liothèque de Culture générale

L. BLARINGHEM

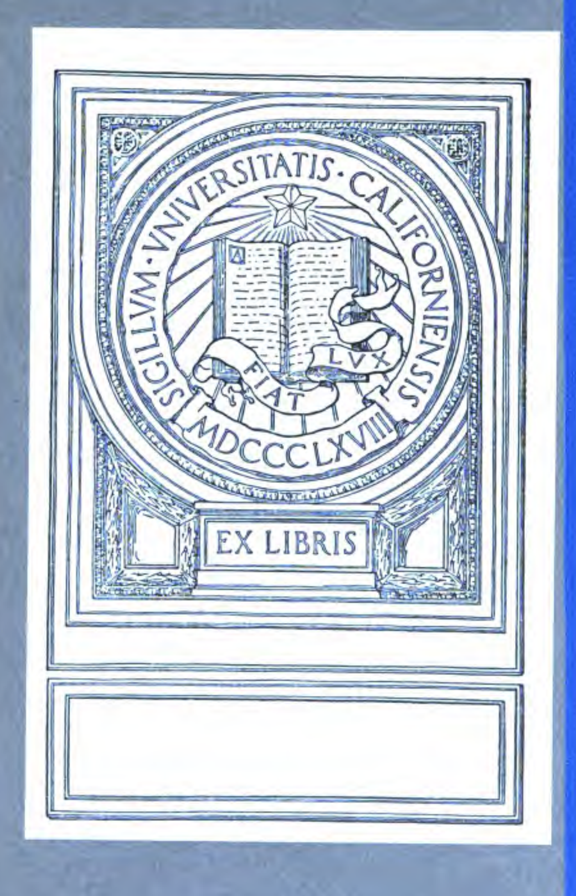
Chargé de Cours à la Sorbonne
Professeur au Conservatoire National des Arts et Métiers

LE PERFECTIONNEMENT DES PLANTES

Avec 30 figures dans le texte



PARIS
ERNEST FLAMMARION, ÉDITEUR
26, RUE RACINE, 26


SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
FIAT
LVX
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS

LE

Perfectionnement des Plantes

AUTRES OUVRAGES DU MÊME AUTEUR

Mutation et traumatismes; action des traumatismes sur la variation et l'hérédité. 248 pages et 8 planches doubles, *Bulletin scientifique de la France et de la Belgique*, 1907, et F. ALCAN, Paris.

Traduction francaise, sous le titre **Espèces et Variétés**, de l'ouvrage de M. HUGO DE VRIES : *Species and Varieties, their origin by mutation*, 1908, 550 pages. F. ALCAN, Paris.

L'amélioration des crus d'Orges de brasserie. Paris, 1910, 22 bis, avenue de Wagram, 288 pages in-8°.

La notion d'espèce et la disjonction des hybrides, d'après CHARLES NAUDIN. *Progressus Rei Botanicæ*, 1911, 91 pages in-8°, Iéna, FISCHER.

Les Transformations brusques des êtres vivants, *Bibliothèque de Philosophie scientifique*. Paris, E. Flammarion, 1911, 353 pages in-12 et 49 figures.

L'hérédité des maladies des plantes et le Mendélisme, *Rapport au premier Congrès de Pathologie comparée*. Paris, 1912, 62 pages in-8°.

E. GREVIN — IMPRIMERIE DE LAGNY

Bibliothèque de Culture générale.

L. BLARINGHEM

CHARGÉ DE COURS A LA SORBONNE
PROFESSEUR AU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

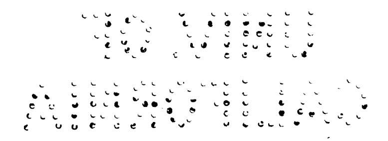
LE PERFECTIONNEMENT DES PLANTES

AVEC 30 FIGURES DANS LE TEXTE



PARIS
ERNEST FLAMMARION, ÉDITEUR
26, RUE RACINE, 26

1913



PRÉFACE

Les notions réunies dans ce livre sont peu connues en France, bien qu'on y fasse souvent allusion ; on les expose chaque année dans les Universités et dans les Écoles techniques étrangères; aux États-Unis, elles font partie de l'éducation populaire.

Dérivées pour la plupart de découvertes françaises, de celles de Pasteur et de Charles Naudin, ou de découvertes annoncées, pour la première fois, à l'Académie des Sciences de Paris par un savant hollandais, M. Hugo de Vries, on ne les trouve résumées dans notre langue que dans des ouvrages spéciaux et à propos d'autres problèmes beaucoup plus vastes. Il m'a paru utile de les en dégager et de les rendre ainsi accessibles au grand public.

Mon exposé est limité aux faits les mieux connus et aux raisonnements les plus simples; quelques exemples précis, un court historique, des règles ou des conclusions, telle est la charpente des chapitres qui peuvent être lus successivement ou séparément. Une bibliographie copieuse, comprenant surtout des titres de mémoires et d'ouvrages français et quelques indications pratiques permettent de compléter par

des lectures la connaissance d'un sujet dont certains aspects seuls ont pu être ici esquissés à grands traits.

Je voudrais surtout atteindre un public de la qualité de celui qui fréquente les cours du Conservatoire national des Arts et Métiers : des hommes mûrs et instruits ou des adolescents enthousiastes, peu documentés sur le sujet, mais fort désireux de l'étudier. Il est indispensable de placer ces auditeurs devant les faits sans trop insister sur les difficultés pratiques, d'imaginer la réalisation matérielle de l'expérience sans perdre de vue qu'ils ne sont pas familiarisés avec les problèmes scientifiques et philosophiques que soulève chaque interprétation. Il faut éviter les indécisions, prendre parti, énoncer des règles dont la valeur sera discutée encore par plusieurs générations de naturalistes.

Cette position d'avant-garde ne me déplaît pas ; elle explique mes fréquentes allusions à des expériences personnelles, à celles de mes maîtres et de mes amis. La bienveillante hospitalité et les enseignements de M. N. Hjalmar Nilsson, directeur du Laboratoire d'Essais de semence de Svalóf (Suède), la confiance que M. le professeur Hugo de Vries, de l'Université d'Amsterdam, m'a donnée dans la technique moderne des biologistes, que je compare volontiers à celle de Pasteur, et même les résultats obtenus par de patients collectionneurs tels que M. Allard d'Angers m'engagent à publier ce que des auteurs prudents laisseraient dans l'ombre. Il faut éveiller les esprits et surtout provoquer des cultures expérimentales. J'espère y réussir.

Bellevue, le 1er juin 1913.

INTRODUCTION

Importance de l'art du jardinier, de la technique agricole. — Précurseurs dans la recherche des nouveautés. — Notions de pureté des cultures, de lignées pures, résultant des travaux de Pasteur. — Hypothèse de l'indépendance des caractères; bases et avenir de la génétique ou science de la production des variétés.

Le perfectionnement des plantes dépend de deux facteurs bien distincts ; tout d'abord de la valeur de l'artiste qui doit élever les individus, les choisir très jeunes parmi leurs semblables et les porter à un état de beauté, de fertilité, ou même selon les modes, de nanisme ou de débilité, pris pour idéal. Les jardiniers japonais possèdent à un degré très marqué les qualités naturelles qui permettent de tirer parti des moindres tendances ou réactions des plantes à des traitements divers ; leurs petits arbres centenaires, et surtout leurs plantes panachées, leurs Lis à grandes fleurs, leurs Chrysanthèmes si doubles qu'ils ne portent plus de graines, provoquent l'admiration des citadins, de tous ceux dont l'ambition est satisfaite par une miniature de jardin décorant un appartement. La plupart des cultivateurs heureusement n'y voient que des monstres et, par instinct, se refusent

à regarder ces tours de force comme de réels progrès de la végétation naturelle.

La rareté des réussites et les difficultés d'élevage constituent cependant des facteurs très importants de progrès, aussi bien pour l'agriculture que pour l'horticulture. La tradition, que complètent les observations de chaque nouvelle génération de jardiniers, a doté peu à peu l'humanité d'une technique raffinée qu'il faut posséder si l'on veut aboutir rapidement dans la recherche et dans la création de nouveautés. Les amateurs et les savants doivent toujours rechercher la collaboration des jardiniers les plus experts et des meilleurs agriculteurs s'ils veulent contribuer efficacement et avec le minimum de frais à l'avancement de la science agricole (1).

A côté de la technique, qui n'est qu'une faible partie de l'art de perfectionner les plantes et dont l'application dépend surtout de la valeur personnelle des jardiniers, il existe une science de la découverte des nouveautés et aussi une science de la production des nouveautés qui ont fait des progrès remarquables dans les vingt dernières années. Ce petit livre a

(1) La multiplicité des bibliothèques et des ouvrages spéciaux concernant la culture des plantes publiés dans ces dernières années n'est pas en rapport avec l'importance des progrès récents accomplis dans cet art. Les ouvrages modernes ne renferment guère plus de conseils sérieux que la Maison rustique et les nombreuses Encyclopédies du début du XIXe siècle qu'il vaut mieux lire directement. Par contre, pour tout ce qui concerne l'acclimatation (CH. NAUDIN, *Manuel de l'acclimateur*, 1887), les cultures forcées (PINAERT, *Les serres-vergers*, 1873, DARIAT et PACOTTET, *Culture des serres*, 1910), les progrès modernes sont énormes et les ouvrages cités renferment de nombreux renseignements techniques dont la connaissance est indispensable.

Au point de vue de l'emploi rationnel des engrais et de la préparation des composts, les ouvrages sur *La fumure des champs et des jardins* (1893) de M. GRANDEAU, sur les *Propriétés physiques des sols* (1912), de M. PETIT, sont très recommandables.

pour principal objet de signaler les découvertes qui fournissent un point de départ solide aux recherches des sélectionneurs.

Toutefois, les origines de la science des nouveautés remontent elles aussi à plus d'un siècle et on les trouverait suffisamment exposées, pour quelques cultures particulières, dans les mémoires et les ouvrages de A. Duchesne (1766), d'Andrew Knigth (1800-1810), de W. Herbert (1820-1850), de Van Mons (1815-1840), de Poiteau (1836-1848), de Decaisne et de Charles Naudin (1848-1890), d'André Leroy (1870-1877). Dans ce domaine, comme en beaucoup d'autres, les Vilmorin-Andrieux ont occupé en France une place prépondérante, tant pour l'amélioration de nos fleurs et de nos fruits que pour le perfectionnement des légumes et des plantes de grande culture; mais je ne veux insister dans cette introduction que sur les idées directrices qui permettent de coordonner les résultats particuliers obtenus dans le cours des siècles précédents et d'en généraliser la portée.

Le progrès le plus important résulte sans aucun doute de la découverte d'une méthode d'étude des êtres vivants envisagés comme des corps définis. La rigueur avec laquelle ont été établis, au début du XIXe siècle, les principes de la chimie, la permanence des corps simples, les lois des combinaisons et des décompositions a modifié notablement les conceptions des savants relatives aux êtres vivants. A Pasteur revient l'honneur d'avoir défini rigoureusement ce qu'on doit appeler une culture pure de microbes, par imitation de ce qui était enseigné vers 1850 relativement à la pureté des corps chimiques.

On sait contrôler la pureté d'un corps chimique par la production, à l'aide de certaines réactions, de sels cristallisés en quantité prévue; de même, l'invention des procédés de stérilisation, puis de sépa-

ration des organismes monocellulaires nous ont permis de placer ces êtres vivants dans des conditions parfaitement définies de multiplication et de reproduction. Les garanties qui accompagnent ces expériences sont telles qu'on sait reconnaître de suite l'influence, souvent considérable sur la productivité des plantes, de traces de corps jugés autrefois comme indifférents. D'après Raulin, quelques milligrammes de zinc ajoutés à dix litres de bouillon de culture décuplent la productivité d'un ensemencement de moisissures, et, d'après M. G. Bertrand, des traces de manganèse modifient d'une manière indiscutable l'activité respiratoire. Ces méthodes d'étude ont même été appliquées directement à l'élevage des plantes, en lutte avec d'autres organismes : MM. Costantin et Matruchot ont découvert des procédés de culture pure des champignons de couche et Noël Bernard a montré que les orchidées croissaient en symbiose avec des champignons filamenteux.

Les découvertes de Pasteur ont eu d'autres conséquences à mon avis beaucoup plus fécondes. Elles ont donné au savant comme au praticien confiance dans les méthodes d'isolement des plantes supérieures et les ont autorisés à définir ce qu'on appelle des « lignées pures » de plantes cultivées. Elles leur ont permis de concevoir des organismes théoriques, pourvus ou dépourvus de caractères et de qualités indépendantes les unes des autres, de raisonner avec ces symboles, de prévoir des résultats plusieurs années à l'avance, de limiter ainsi le champ des recherches ; en un mot, elles ont fait naître, à côté de l'art de l'éleveur, la *génétique* ou science théorique de la production des variétés et des races.

Il n'est pas dans mes intentions d'envisager cette science au point de vue de l'intérêt qu'elle présente pour les transformistes. Certains la regardent comme la négation de l'idée philosophique de l'évolution qui

domine les sciences naturelles depuis un siècle ; d'autres, et non des moindres, croient pouvoir en déduire un système coordonné et logique expliquant à la fois la fixité et la variabilité des espèces et des races ; la vérité me paraît être entre ces vues opposées. Pendant quelques dizaines d'années, les multiples expériences que provoque la génétique pourront obscurcir les théories de Lamarck et de Darwin ; mais celles-ci sortiront de l'épreuve purifiées, si l'on peut dire, de tout ce que laisse en elles d'imprécis l'emploi d'un langage insuffisant pour exprimer des idées très claires.

A l'exemple des chimistes du début du siècle dernier, les naturalistes d'aujourd'hui parlent de caractères épurés (*récessifs*) et stables, entités comparables aux éléments chimiques, qu'on doit retrouver intégralement dans les descendances, même si elles sont cachées pendant quelques générations par d'autres caractères (*dominants*). Ils étudient aussi, et alors comme des physiciens, à l'aide de graphiques, des faits d'une tout autre nature, tels que les divers aspects du même caractère sous l'influence graduée de la température, de la lumière, de la nutrition carbonée et minérale. Toutes ces études reposent sur une hypothèse qui est bien nouvelle : la pureté ou l'indépendance relative des caractères dont l'amalgame constitue l'être vivant.

Dans cet ouvrage, j'emploie un langage qui sous-entend l'adoption implicite de ce principe qui est à la base de la génétique ; je considère les divers caractères des espèces, ou même des individus, comme des entités indépendantes des autres caractères ou qualités. Je dois cependant prévenir le lecteur de ma conviction intime : ce principe est en défaut en beaucoup de cas.

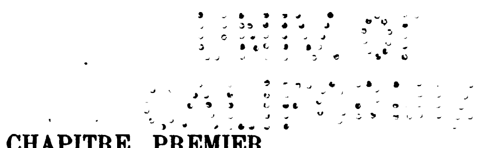
Doit-on pour cela rejeter en bloc la merveilleuse méthode de travail que nous ont forgée Mendel, MM. de Vries, Correns, Tschermak, Cuénot, Bateson,

Johannsen et beaucoup d'autres ? C'est la seule, actuellement, qui conduise à des résultats prévus. Avant qu'on ait épuisé le vaste domaine de ses applications, plusieurs générations de jardiniers et d'éleveurs pourront en retirer de sérieux avantages et des progrès importants pour l'humanité.

Il faut seulement regretter que l'usage ait fait prévaloir le nom de « lois », au lieu de « règles », pour désigner des résultats qui nécessitent un contrôle sérieux à chaque application particulière qu'on en fait. Les praticiens surtout doivent être prévenus que ces règles n'ont rien d'absolu, que les combinaisons de caractères épurés (ou récessifs) ne sont pas toujours complètement indépendantes du milieu ambiant et des facteurs physiques. S'ils contrôlent régulièrement leurs opérations, ils pourront tirer le plus grand profit d'une science qui, sans être parfaite, permet de travailler avec méthode et avec sécurité.

LE

Perfectionnement des Plantes



CHAPITRE PREMIER

Les grandes collections de plantes.

Œuvre de M. Luther Burbank ; créations principales ; méthodes de sélection en masse. — Importance des collections de végétaux et histoire des Jardins célèbres. — Collections particulières françaises, de M. Allard, à la Maulévrie, près Angers (M. et L.) ; de M. Gravereaux, à la Roseraie de l'Haÿ (Seine). — Méthode naturelle de Bernard de Jussieu.

Parmi les sélectionneurs de plantes rares et les créateurs de nouveautés, l'Américain Luther Burbank s'est fait une réputation unique au monde. Ce magicien des plantes est encore peu connu en Europe, sans doute parce que la plupart de ses obtentions, destinées au climat relativement chaud et sec de la Californie, ne réussissent point au même degré chez nous. Mais la véritable raison de l'indifférence que la vieille Europe semble avoir pour les produits de la pépinière de Santa Rosa tient surtout au mode de vente. M. Burbank ne distribue pas ses nouveautés au détail ; il les offre en bloc, par lots de 1.000 ou de 10.000 plantes, à des sociétés qui en deviennent les uniques propriétaires. Il demandait en 1904, en

échange de la seule variété de Cactus sans épines « Santa Rosa », dix mille dollars, soit 50.000 francs, pour un lot complet de « Hardy hybrids' » (*Opuntia hybrida*), de huit cents à mille dollars, soit 4 à 5.000 francs ; ses créations sont donc du domaine de la grande industrie horticole.

La plupart des renseignements fournis jusqu'ici sur le travail de M. Burbank ont été publiés par M. Harwood, ardent admirateur qui a souvent exagéré la portée des découvertes réalisées et nous a prévenus contre elles. Toutefois, l'autorité de M. Hugo de Vries, qui connaît admirablement la plupart des pépinières d'Amérique et d'Europe, surtout celles de Hollande qui comptent parmi les plus belles, donne aux travaux de M. Burbank un cachet d'authenticité et une valeur scientifique qu'on leur accorderait difficilement à la seule lecture des descriptions enthousiastes du publiciste américain.

Parmi les créations de M. Burbank qui ont fait le plus de bruit dans le monde, il faut signaler ses Cactus sans épines et sans spicules, résistant aux neiges du nord de la Californie et fournissant un fourrage fort apprécié pour le bétail dans les régions arides, ses nombreuses variétés de Pruniers à fruits dépourvus de péricarpe ligneux autour de l'amande (prunes sans noyaux), ou ayant la saveur de la Poire Bartlett, toujours très gros et très colorés, trois à quatre fois plus lourds que les plus belles prunes de l'Europe. Par hybridation, M. Burbank obtint le *plumcot*, combinaison de la prune et de l'abricot, la *Primus berry* et la *Phenomenal-berry*, issues la première du Framboisier (*Rubus idæus*) et de la Ronce ordinaire (*Rubus fruticosus*), la seconde d'une Ronce améliorée de Californie et du Framboisier Cutbert.

Dans le groupe des Noyers, il obtint des variétés à coquilles très minces s'écrasant sous le doigt comme celles de certaines amandes, d'autres dont le brou dépourvu de tannin n'offre plus d'amertume et ne

ache pas les doigts. Ces arbres ont surtout été étudiés au point de vue de leur bois. Parti de croisements entre le Noyer anglais commun et le Noyer noir de Californie, il sélectionna des individus à croissance très rapide; la forme *Paradox*, dont il fit une belle avenue à l'entrée de sa ferme de Santa Rosa près de San Francisco, donne en moins de quarante années des arbres bien venus fournissant un très beau bois fort apprécié des ébénistes. Par hasard, M. Burbank trouva dans ses sélections de Châtaigniers des plantes fleurissant dès la première année de leur existence et donnant quelques fruits à dix-huit mois, alors que les Châtaigniers ordinaires fructifient vers la trentième année; mais cette merveille n'en est guère une pour les horticulteurs avertis.

En ce qui concerne l'ornementation des jardins, M. Burbank créa des Marguerites à fleurs larges de 15 centimètres, des Pavots et des Callas de plus de 20 centimètres, des Glaïeuls à fleurs épanouies en grappes diffuses au lieu d'être réunies en épis unilatéraux, des Dahlias à odeur de Magnolia, des Lis à odeur de Violette, des Amaryllis de grande beauté.

La vulgaire Pomme de terre elle-même a été l'objet de ses soins assidus, surtout dès les débuts de sa carrière de sélectionneur(1). Sa méthode repose presque exclusivement sur la combinaison par hybridation des meilleures variétés cultivées avec diverses variétés sauvages, « à tubercules ayant la forme et la couleur d'un raisin », dit M. Harwood. Parmi les milliers de formes issues de ces croisements, il fallut faire un choix en tenant compte de l'origine et de

(1) Dans ce domaine, M. Burbank a résolu le problème souvent tenté par nos horticulteurs, à savoir la production d'une Pomme de terre donnant à la fois des tubercules amylacés souterrains et des fruits comestibles comme ceux de la Tomate. Le *Pomato* donne des petites baies à chair blanche, renfermant quelques semences, qui sont comestibles crues, cuites ou en conserve.

l'histoire des variétés cultivées utilisées comme point de départ, des caractères du sol, de la durée des saisons, de la sécheresse et des pluies, des régions auxquelles sont destinées les variétés, enfin et surtout des demandes et des offres faites sur le marché.

Si l'on analyse la méthode de travail de M. Luther Burbank, on constate sans peine que les procédés employés nous sont familiers, connus des horticulteurs européens depuis plus d'un siècle. Des changements profonds dans les conditions de vie, des hybridations répétées, souvent entre plantes offrant peu d'affinités, telles sont les deux techniques qui brisent le type et fournissent le polymorphisme nécessaire pour faire de réelles améliorations. Mais on ne peut pas toujours « briser le type », même par des procédés brutaux, dès la première génération ; il faut alors recommencer le travail en choisissant des progéniteurs appropriés, préparés par des séjours prolongés dans les conditions les plus divergentes ; car d'après M. Burbank les vicissitudes subies par les parents laissent des traces indélébiles sur la progéniture.

Dès que le vieux type est brisé, le succès ne dépend plus que du travail et de la méthode de choix. Car, si pour certains caractères le retour des enfants aux parents est la règle, dans la grande majorité des cas on obtient, par l'hybridation comme par la greffe, une série graduée entre les formes combinées. Parfois les variations apparaissent de bonne heure sur les jeunes plantules, ce qui facilite singulièrement la sélection ; souvent aussi, on ne trouve aucun changement dans la croissance jusqu'à la floraison et même jusqu'à la fructification, mais à cette phase de la vie, les déviations apparaissent soudainement comme si les plantes se métamorphosaient avant ou après la crise sexuelle.

Ces remarques ne sont pas tout à fait nouvelles. Louis Vilmorin les a faites en 1840, lorsqu'il a indiqué par quels procédés on pouvait réussir à « faire

jouer » les végétaux dont la progéniture était destinée à la sélection. M. Burbank se distingue de ses précurseurs, et même de ses émules, surtout par l'ampleur qu'il donne à ses opérations.

Il est facile de séparer les extrêmes, mais le choix porte toujours sur des milliers d'individus qui, s'il s'agit d'arbres fruitiers, doivent être en grande partie conservés jusqu'à la production des fruits. Chaque année, durant trois mois, des ouvriers habiles font plus de 100.000 greffes, presque toutes en fente, sur des arbres vigoureux plantés depuis longtemps ; il n'est pas rare d'observer sur le même sujet 500 greffons différents destinés à une seule expérience. M. Burbank a réussi à organiser dans ses pépinières, pour un grand nombre d'arbres fruitiers et de fleurs, ce que Van Mons avait créé de 1820 à 1840 à Tournai et à Bruxelles pour le seul groupe des Poiriers. Les résultats obtenus par ces deux sélectionneurs remarquables sont, à l'intensité de production près, tout à fait comparables.

Ce qui caractérise le travail du sélectionneur américain, c'est la grande quantité de plantes soumises à l'étude en vue d'une seule obtention. Sur ce point, il ne semble pas qu'il ait été dépassé, ou même seulement imité. Avec des hybrides dont l'ascendance est mal connue, il est difficile de faire des expériences échelonnées ; pour atteindre en une fois, et en peu d'années, des variations sensationnelles, il faut cultiver 100.000 plantules et n'en conserver qu'une seule. « Un demi-million de bulbes de Lis, dit M. Harwood, résultat de croisements et de sélections répétés, furent entièrement détruits après le choix des 50 meilleurs bulbes. »

Alors qu'en Europe on préconise les sélections répétées sur de petites quantités, éliminant à chaque génération les neuf dixièmes de la production pour conserver au moins quelques centaines de plantes,

M. Burbank fait la sélection en une ou deux fois et sur une échelle grandiose. Au point de vue théorique, la sélection répétée cinq fois de dix progéniteurs meilleurs dans quelques centaines d'individus équivaut sensiblement à la sélection en une fois de 50 individus dans un lot d'un demi-million, à la condition toutefois que les descendances tiennent à peu près ce que leurs parents promettent. Mais il faut avouer que cette interprétation est rarement conforme à la réalité, surtout s'il s'agit de plantes en période d'affolement ou en disjonction hybride. Les plantes à bulbes et surtout les arbres fruitiers offrent souvent des qualités et des défauts qu'on ne peut observer sur les parents, ou bien donnent des coloris qu'on ne saurait fixer par le semis. La méthode adoptée par M. Burbank est donc plus banale, mais en définitive plus logique que celle de nos sélectionneurs européens.

Il s'agit de savoir, d'autre part, si la sélection répétée pendant plusieurs années sur un matériel restreint entraîne moins de frais qu'une sélection intense faite sur un matériel cent fois plus considérable. Lorsque les capitaux ne font pas défaut, étant données la rapidité des résultats obtenus et leur ampleur, il n'est pas douteux que la seconde méthode présente des avantages sérieux ; la culture en une fois de 100.000 plantes d'une même origine n'est peut-être pas plus onéreuse que les cultures répétées de cent lots distincts qui constituent les élites presque toutes identiques que conservent la plupart des pépiniéristes ou des marchands grainiers d'Europe. La division du travail et la dispersion des cultures ne semble procurer aucun avantage en ce qui concerne le choix du progéniteur qui doit être unique.

D'ailleurs, les Américains ont plus d'audace que les Européens. Dans les débuts de son installation à Santa Rosa, M. Burbank fut à plusieurs reprises près de la faillite qui aurait entraîné non seulement la

perte d'efforts gigantesques, mais probablement le discrédit sur toutes les tentatives nouvelles. Dans ces milieux neufs, les hommes tentés par la fortune, que ne décourage pas l'insuccès, sont nombreux et c'est en industriel de grande envergure que M. Burbank travaille. En Europe, les heureux obtenteurs de nouveautés jouissent de quelques rares triomphes qui nuisent d'ailleurs souvent à une bonne entreprise commerciale. Il paraît difficile de recommander à la fois la multiplication des anciennes variétés et la recherche des nouveautés. Les établissements du genre de la pépinière de Santa Rosa manquent en France et même en Europe, où les sélectionneurs de profession ne paraissent pas disposés à les créer.

M. Luther Burbank a gagné la confiance officielle; ses succès répétés pendant vingt-cinq années ont attiré l'attention; désormais il peut se livrer sans arrière-pensée à la recherche des individus les plus rares. Depuis 1905, l'Institut Carnégie l'aide par une subvention de 100.000 dollars (500.000 francs) ; en échange, il demande des rapports détaillés sur les créations nouvelles, et anciennes autant qu'il se peut; il charge des experts et des savants tels que M. G. Harrison Shull, biologiste de l'Institut, de réunir les documents devant permettre l'organisation scientifique d'un service d'amélioration des plantes en général. La science et le monde entier tireront grand profit de cette nouvelle conception.

Le travail de M. Luther Burbank aurait été impossible si des instituts officiels et des établissements privés n'avaient depuis longtemps réuni des collections de plantes utiles ou curieuses. Le nombre des espèces qui ont été étudiées dans les pépinières de Santa Rosa dépassait 2.500 en 1905 et, dans le cours de cette même année, on y reçut environ 500 espèces, la plupart de l'Afrique du Sud et de l'Australie. Ces deux régions, dont la flore est encore mal connue,

ont un climat fort analogue à celui de la Californie et leurs végétaux peuvent y être multipliés sans grandes difficultés.

Au début des recherches, le matériel fut surtout pris parmi les plantes sauvages et aussi parmi les plantes subspontanées de la Californie du Nord. Dans l'amélioration des Pruniers, par exemple, l'analyse systématique des formes du *Prunus maritima*, petit arbrisseau sauvage des côtes de l'Océan Pacifique, a fourni de nombreuses lignées divergentes offrant une grande résistance à la sécheresse et pouvant prospérer malgré la stérilité des sols. Les premières collections de plantes indigènes de M. Burbank ont été réunies par lui-même, et complétées peu à peu par des acquisitions de l'étranger ; mais la fatigue causée par les déplacements et le temps perdu pour des recherches souvent infructueuses l'ont déterminé à laisser ce soin à deux collaborateurs qui ont parcouru le Japon, le Chili, l'Australie et d'autres pays à la recherche de plantes intéressantes ou rares.

C'est en fouillant avec activité et perspicacité les collections des horticulteurs du sud de la France que M. Burbank apprit l'existence de la prune sans noyau. En 1735, un membre de l'Académie des sciences de Paris, Marchant, présenta à ses confrères les fruits d'un Prunier de Damas noir fort curieux, trouvé récemment. Dans cette variété, le péricarpe ligneux, qui enveloppe l'amande des prunes ordinaires, se résorbe au lieu de durcir et, dans le fruit mûr, il n'y a qu'une pulpe granuleuse et un axe corné très grêle (fig. 1). Ce fruit médiocre ne fut pas l'objet d'une sélection en France ; mais, en raison de l'intérêt qu'il offrait pour la fabrication des compotes, quelques greffes de cet arbre autrefois célèbre ont été dispersées dans plusieurs pépinières françaises ; elles y furent sans doute conservées jusqu'à la fin du XIXe siècle à titre de curiosité.

M. Luther Burbank réussit à se procurer des fruits

de cet individu (alors que depuis dix ans j'essaie moi-même en vain d'en retrouver les traces en France) et ce monstre a conservé héréditairement le caractère qui le distinguait il y a deux siècles, puisque M. Burbank a pu communiquer cette particularité à ses hybrides. Combiné au Prunier japonais à gros fruits du type Satsuma, au Prunier épineux et résistant à la sécheresse des dunes du Pacifique, il a fourni des nouveautés fort appréciées aux Etats-Unis (1).

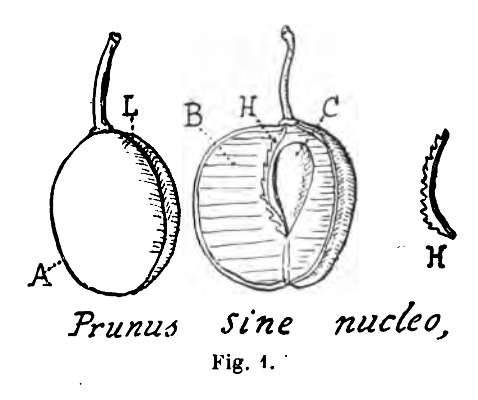


Fig. 1.

(1) Voici la description de M. Marchant : « Le fruit dont il s'agit est une Prune qui mûrit vers la fin du mois de juillet. Alors sa surface est fraîche et fleurie ; elle est à peu près de la grosseur, de la couleur et de la saveur du Damas noir. Elle a en quelque façon la figure d'un petit œuf A, légèrement marquée suivant la longueur d'un sillon peu apparent L. On l'ouvre facilement, étant ferme et solide ainsi que les bonnes espèces de Prunes. Sa chair ou pulpe BB a une légère teinte rougeâtre sur un fond de couleur vert pâle, au milieu de laquelle l'on ne trouve toujours qu'une simple amande C de figure oblongue, mais ronde dans cette longueur et nullement plate, comme les amandes ordinaires... On y observe toujours, uniquement d'un seul côté de chaque amande, un petit corps très dur et osseux, tantôt plus ou moins crénelé de petites dents aiguës sur sa partie convexe, gros d'une ligne de diamètre sur six ou huit lignes de longueur, sans être nullement adhérent à l'amande. » (*Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*, 1735, p. 374.)

Toutes les plantes agricoles et horticoles sont le résultat de l'acclimatation, puis du croisement de formes importées qui peu à peu, par mutations successives ou par une lente adaptation, se propagent régulièrement, parfois même spontanément, dans leur nouvelle patrie. Il n'y a guère que les Pourpiers (*Portulaca oleracea*), les Pissenlits (*Taraxacum dens leonis*), les Salsifis (*Tragopogon pratense*), parmi les légumes, que les Framboisiers (*Rubus idæus*), les Groseilliers (*Ribes grossularia* et *Ribes rubrum*), les Fraisiers des bois (*Fragaria vesca* L.), qui soient des plantes indigènes à peine perfectionnées et de souche encore pure.

Aux époques les plus reculées, les rois d'Egypte et de la Perse firent de sérieux efforts en vue du gain de nouvelles espèces de fruits et de légumes. Mais il faut attribuer à la civilisation romaine le principal progrès accompli par l'humanité au point de vue des importations, de la sélection et de la culture de végétaux utiles ou agréables. Ce souci s'est maintenu dans les campagnes romaines et le nord de l'Italie pendant le moyen âge et la Renaissance, car ce pays a fourni jusqu'au siècle dernier la grande partie des plantes rares et améliorées répandues en Europe et ensuite en Amérique. Les climats variés de Naples, de Rome, de Florence et de Vérone, la richesse et la vie aventureuse de leurs habitants ont plus fait pour la conservation et le perfectionnement des végétaux, que les efforts gigantesques et coordonnés de la civilisation égyptienne. Par les fréquents voyages de pèlerins et des moines laboureurs à Rome, par l'extension sur toute l'Europe des monastères, les plantes les plus robustes et les meilleures furent propagées et formèrent autant de colonies que d'institutions.

Les Romains, après ou pendant leurs périodes de conquêtes, allèrent chercher en Grèce, l'Oranger et la Vigne venue d'Asie, en Syrie, le Figuier et le Citronnier, en Perse, le Mûrier, le Pêcher et l'Amandier, en

Épire, l'Abricotier et plusieurs variétés de Poiriers et de Pommiers, en Arménie, le Noyer, des Pruniers et des Cerisiers à gros fruits, au mont Ida, le Framboisier, à Carthage, le Grenadier.

Sans doute, il existait dans les Gaules, bien avant l'invasion romaine, des arbres fruitiers sauvages. Dans les habitations lacustres de la Suisse, à une époque où il n'y avait pas de métaux, Os. Heer a retrouvé des restes fragmentés et préparés pour la conservation d'au moins deux espèces de Pommes sauvages. De même la Vigne sauvage était assez répandue sur les rives de la Durance, du Rhône et de la Saône, sur les bords de la Gironde aussi ; mais la Vigne cultivée, celle qui était préférée des Bituriges viviques (habitants du Bordelais), tant vantée par Columelle et par Varron sous le nom de variété *Biturica*, y fut introduite par les Phocéens vers l'an 600 avant J.-C. (1).

Par imitation des jardins de Toscane, les princes français créèrent les parcs de Fontainebleau, de Chambord, de Chenonceaux et la plupart des jardins des nombreux châteaux de la vallée de la Loire. Ils prirent soin, dès cette époque et comme l'avaient fait les Italiens, de séparer les potagers et collections de légumes des parcs aux arbres élevés et aux pelouses vertes entourées de corbeilles de fleurs. Les architectes de jardins les plus renommés, Bernard de Palissy, les Robin, Olivier de Serres, les Mollet, étaient à la fois de savants géologues et des agriculteurs ; ils s'efforcèrent de conserver aux plantes le charme de leur végétation naturelle. Le premier des Mollet, jardinier

(1) Cette vigne fournit un curieux exemple des changements produits par l'adaptation à des climats différents. Sous Caton l'Ancien, on faisait déjà venir en Italie de nombreux plants de Vignes du Bordelais plus rustiques et plus vigoureux que ceux qui croissaient en Italie depuis quelques siècles. Il est fort intéressant de constater la réussite pour la Vigne romaine d'une méthode de régénération qui fut appliquée au milieu du XIXe siècle pour les Céréales de l'Europe centrale et fait actuellement la fortune agricole de la Suède méridionale.

du duc d'Aumale à Anet, réussit à rassembler dans cette propriété bon nombre de plantes nouvelles, la plupart décrites ou même importées par Charles de l'Ecluse, d'Arras, qui fut à la fois un voyageur, un grand botaniste et un acclimateur de premier ordre puisqu'il contribua à répandre la Pomme de terre en Flandre, en Bourgogne, en Alsace et en Autriche deux siècles avant les historiques tentatives de Parmentier. Le second des Mollet, Claude, chargé par Henri IV de l'entretien du parc de Fontainebleau et des terrasses de Saint-Germain, mit à la mode et fit connaître au public la grande majorité de ces végétaux exotiques, la faveur royale faisant plus pour l'extension des plantes utiles que la démonstration la plus claire des avantages qu'elles procurent.

C'est en Italie encore, après la Renaissance, que furent créés les fameux jardins de Vérone et de Padoue. Les Vénitiens parcouraient l'Asie Mineure, les Portugais suivaient les côtes de l'Afrique et découvraient les Indes orientales, les Espagnols, l'Amérique Centrale et les Français, l'Amérique du Nord. Pour réunir toutes les curiosités végétales que les navigateurs rapportaient à la cour de leurs princes, Alphonse I[er] d'Este, vers 1528, créait le Jardin botanique de Ferrare; Cosme I[er] de Médicis, guidé par Luca Ghini, ceux de Florence, de Pise, de Lucques; le pape Paul III, avec le concours de d'Aldrovande, les Jardins de Rome et de Bologne et, en 1546, le doge François Donato, soutenu par le Sénat de Venise, ceux de Vérone et de Padoue, dont la beauté ne put être dépassée pendant plusieurs siècles. En moins de quarante années, d'après Conrad Gesner, le nombre des jardins botaniques qui furent organisés et entretenus à grands frais en Italie dépassa le chiffre de cinquante. Ce fut pour l'agriculture une véritable renaissance, qu'il faut regarder comme le point de départ de l'art d'améliorer les fleurs et les fruits.

Cette longue digression historique met en relief la nécessité d'encourager le souci des introductions étrangères, de multiplier les collections scientifiques ou d'amateurs. C'est par les princes et par les rois, par les moines aussi, que peu à peu les meilleurs légumes et les arbres les plus beaux se sont répandus dans les campagnes les plus reculées de la France. Le changement de régime a mis au second plan cette préoccupation de la beauté et de l'utilité, qui se déforme au lieu de progresser ; la vogue est aux parcs anglais des villes d'eaux où la végétation est artificielle et ne dure parfois qu'une journée. Les expositions récentes ne donnent malheureusement pas d'autres modèles et les nécessités commerciales orientent les horticulteurs dans cette voie peu féconde en améliorations réelles.

On connaît peu ou mal en France l'influence de savants acclimateurs tels que Charles Naudin, membre de l'Académie des Sciences et ancien directeur de la villa Thuret à Antibes, qui a réussi à doter la région méditerranéenne de beaux bois de Mimosas, de divers Acacias et de forêts d'Eucalyptus. La lecture de ses Mémoires et Notices sur les *Eucalyptus* introduits par ses soins en France et en Algérie (1883), sur les Plaqueminiers (*Diospyros*) appelés vulgairement *Kakis* (1881) et surtout l'étude de son ouvrage *Manuel de l'Acclimateur* (1887), dans lequel il rend hommage à son savant collègue et collaborateur de Melbourne (Australie) le baron von Müller, suppléera à ce qui ne pourrait être dit ici que trop sommairement. Une véritable richesse pour l'Europe méridionale a été conquise par le savant, mort pauvre et oublié à Antibes en 1899.

Parmi les acclimateurs modernes qui font actuellement le plus grand honneur à la France, M. Georges Allard, propriétaire et fondateur de l'Arboretum de la Mauléverie à Angers (M. et L.) mérite une mention particulière. Voyageur curieux et instruit, il a réuni

depuis 1875, dans un jardin très fertile de sept hectares, la plus belle collection de Chênes et de Conifères du monde entier.

En suivant l'allée principale, qui part de la route des Ponts-de-Cé, M. Allard explique avec une grande amabilité au visiteur comment il a réussi à protéger les Marronniers de l'avenue contre les ardeurs du soleil d'Anjou par la double rangée de Platanes qui les recouvrent. Dans une grande prairie à droite, il a réuni les Chênes d'Europe et d'Amérique, élevés de glands, dont il réalisa de beaux hybrides très vigoureux. Il y cultive actuellement plus de 130 espèces et variétés de Chênes, la plupart encore inconnues dans notre pays ; il faudrait en étudier le bois, rechercher les essences d'ébénisterie et préparer des bénéfices sérieux à ceux que tenterait une exploitation rationnelle de ces essais remarquables. Les Conifères, Sequoia, Pins, Sapins, Epiceas, Araucaria, Cèdres et autres, représentés dans le jardin par 260 types au moins, constituent l'une des curiosités de cette belle collection, dont tous les représentants sont dans un état de santé florissant. La flèche d'un *Sequoia gigantea pendula* qui domine le massif peut être vue des Ponts-de-Cé comme un mât sombre ; au pied de l'arbre, le visiteur constate avec stupeur qu'un tronc énorme est caché sous une légère couverture de ramilles verdâtres, appliquées comme un fourreau sur l'écorce.

Le nombre des espèces ligneuses cultivées à l'Arboretum de la Mauléverie dépasse 2.000, dont plus de 500 arbres de forêt ou d'avenue ; les arbrisseaux utiles n'y manquent pas non plus. J'ai obtenu de l'aimable créateur de cette collection un jeune arbre à thé (*Thea sinensis*), né dans ce jardin d'une graine mûrie et germée sans soins particuliers. Des Mimosas, des Ceanothus, des Bambous et même des Eucalyptus résistant aux froids assez vifs de l'Ouest de la France sont de précieuses acclimatations qui laissent

entrevoir une bien faible partie des avantages que doivent retirer de ces essais les horticulteurs, les pépiniéristes et surtout les propriétaires de grands domaines forestiers de notre pays.

M. Allard a fort bien compris l'intérêt général de son œuvre. Aidé par son chef de cultures, M. Derue, il a organisé des cours publics ayant lieu le dimanche, qui sont suivis avec assiduité par les jeunes gens, nombreux à Angers, qui se destinent à l'horticulture. Cet enseignement par les faits est peut-être le meilleur moyen de faire connaître et de répandre en France et en Europe les belles plantes de ce jardin (1).

Les Parisiens connaissent mieux la célèbre Roseraie de l'Hay, et aussi la collection publique des jardins de Bagatelle. Toutes deux sont l'œuvre d'un amateur de roses, M. Gravereaux, qui s'y consacre entièrement depuis une trentaine d'années. Retiré des affaires, cet homme instruit eut le courage de commencer tard son éducation de botaniste, de s'entourer de savants qui

(1) Au nombre des raretés de l'Arboretum de la Mauléverie, je me contenterai de signaler : les chênes *Quercus phellos* et *Q. palustris*, de 15 mètres de haut, plusieurs *Q. Mirbeckii* de même taille environ et, nés de ce dernier, des hybrides dont le *Q. Mirbeckii* × *sessiliflora*, déjà plus élevé et plus gros que sa mère. Plusieurs Chênes-liège (*Q. Suber*) y produisent des fruits et atteignent en 30 années 8 mètres de haut. Le *Q. castaneæfolia*, à feuilles de Châtaignier, est un chêne géant de 18 mètres de haut bien qu'âgé de 30 années seulement.

Les Noyers (*Juglans regia rubra*, *J. nigra*, *J. cinerea*, *californica* et *sieboldiana*) y donnent des fruits et promettent beaucoup, surtout par leurs hybrides. Les Sapins (*Abies Pinsapo*, *numidica*, *Nordmanniana*, *concolor*, *spectabilis*, etc.) y atteignent 12 à 15 mètres et y fructifient assez régulièrement. Les *Sequoia gigantea*, les Genévriers et les Cyprès y forment des flèches majestueuses. Dans la partie la plus récente de l'Arboretum vers l'ouest, des rangées de Pruniers, Pommiers, Poiriers élevés de semis, des Ronces et des Aubépines, des Rosiers sauvages, des Viornes, des Camélias et des Rhododendrons sont représentés par leurs types sauvages les plus rares et constituent une grande richesse pour l'avenir de l'amélioration de ces plantes.

l'aidèrent à classer et à rassembler plus de 6.000 Rosiers, avant de les répartir dans son jardin suivant un ordre méthodique fort instructif pour le spécialiste comme pour le profane, et pourtant d'un effet gracieux. La collection horticole renfermait, en 1901, 6.781 numéros ; elle s'est fort enrichie depuis, par de nouvelles acquisitions de plantes rares et surtout par des créations récentes annoncées régulièrement par le *Journal des Roses* de M. Cochet-Cochet. Elle couvre la zone centrale du parc, subdivisée en plates-bandes où dominent les Hybrides remontants, les Roses Thé et hybrides de Thé, les Bengales, les Cent-feuilles et quelques autres séries. Des portiques, formant une longue promenade, sont recouverts par les Rosiers sarmenteux grimpant le long de pylônes.

La collection botanique, dont les débuts ont été préparés et classés par le savant directeur du Jardin botanique de Bruxelles, F. Crépin, fut continuée sous le contrôle de MM. Bois, Cochet-Cochet et Ma. de Vilmorin. Ces collaborateurs formèrent l'éducation botanique de M. Gravereaux, lequel ne tarda pas à devenir un maître dans l'art de la diagnose et de la classification des Rosiers ; en 1901, les connaissances de l'amateur et du savant étaient utilisées par le ministère de l'Agriculture, qui chargea le propriétaire de la Roseraie de l'Hay d'une mission d'étude de la Rose à parfum des Balkans. Ce point intéresse particulièrement nos industriels français.

A Kazanlik, dans les Balkans, les procédés de culture et de récolte des roses sont fort primitifs et trop souvent les pétales tombent avant la cueillette ; en France même, à Grasse, les Roses de Damas (ou de Provins), cultivées pour cet objet, fleurissent pendant une période trop courte ; il en résulte des difficultés de préparation des parfums et d'autres graves inconvénients pour la bonne utilisation de la main-d'œuvre. M. Gravereaux se préoccupa de bonne heure de ce problème intéressant et en chercha la solution dans

les croisements. En 1894, il féconda le Rosier de Damas (Rosier type à parfum) par le pollen d'une plante ornèmentale très odorante, à végétation vigoureuse et assez ancienne pour qu'on en connût bien les qualités; il s'agit du Rosier *Général Jacqueminot*, à fleurs d'un rouge velouté, fructifiant bien, preuve de la bonne qualité de son pollen. Le nouvel hybride fécondé à son tour par un représentant à fleurs doubles d'un Rosier du Japon, très résistant au froid et à croissance rapide, du type des *Rosa rugosa*, donna entre autres une plante d'élite qui fleurit à l'Hay pour la première fois en 1900. Les promesses du *Rosier à parfum de l'Hay*, obtenu par M. Gravereaux, furent telles qu'elles attirèrent l'attention du ministre de l'Agriculture et, après ce succès, le savant rosiériste fut chargé d'une mission d'étude pour compléter son œuvre par une documentation précise.

M. Gravereaux parcourut la Serbie, la Bulgarie, une partie de l'Asie Mineure, où la culture des Rosiers à parfums remonte aux débuts de l'histoire ; il en rapporta une importante collection de Rosiers à demi sauvages, à demi spontanés, récoltés surtout dans les districts de Kazanlik, de Nova Zagora et de Karlovo. Depuis, ces plantes sont l'objet d'une étude attentive, dont les résultats peuvent être très précieux pour l'avenir de la parfumerie française.

Au point de vue scientifique, la création du *Rosier à parfum de l'Hay* a montré qu'il était possible de retrouver dans les hybrides horticoles la plupart des caractères de leurs ascendants sauvages et cultivés. Les feuilles un peu bullées, d'un vert foncé sur la face supérieure, du *Rosa rugosa*, les grappes courtes et pluriflores du *Général Jacqueminot*, le parfum de ce dernier fortement accentué par l'odeur du *Rosier de Damas*, constituent avec beaucoup d'autres particularités des aiguillons, des anthères, des styles, etc... à peine modifiés par la duplicature, autant de traits

qui montrent aux observateurs avertis les influences évidentes des parents.

Cette démonstration s'ajoute à celles qui résultent de la classification méthodique de la collection horticole de l'Hay; car les plates-bandes rappellent les types sauvages qui ont imprimé à leurs dérivés leurs caractères les plus saillants. Une pratique de quelques années a permis à un amateur intelligent de mettre de l'ordre dans un des groupes de plantes cultivées les plus compliqués, dont les formes sont les plus nombreuses. Sans doute, l'ébauche de classification conçue par M. Gravereaux et ses collaborateurs est provisoire; elle sera remaniée souvent, au fur et à mesure des acquisitions et des observations nouvelles ; mais ce sont ces tâtonnements, ces remaniements qui constituent le véritable travail scientifique.

Pour rassurer les amateurs qui n'oseraient faire cet effort par crainte d'aboutir à un échec partiel, je n'hésite pas à rapprocher l'œuvre méthodique de M. Gravereaux de celle du fondateur de la méthode naturelle en Botanique. Les difficultés, d'un ordre différent, sont comparables. En 1759, Bernard de Jussieu fut chargé par Louis XV de classer les représentants du règne végétal élevés dans le Jardin du Roi, à Trianon, près de Versailles; il n'y avait guère plus de cinq cents espèces, mais fort différentes et d'affinités douteuses. Pendant plus de quinze ans, Bernard de Jussieu déplanta et replanta les individus critiques pour les ranger selon leurs ressemblances, et, après avoir « pesé un à un leurs caractères différentiels », après avoir établi une loi de subordination d'après la fréquence des traits communs, il admit que l'ordre convenable était à peu près trouvé. Malgré les encouragements du grand Linné, le savant démonstrateur du Jardin du Roi ne voulut pourtant relever qu'un catalogue manuscrit de l'ordre adopté, n'osant pas

le livrer à la publicité à cause de ses imperfections.

Quelques années avant sa mort, en 1774, il recommandait le même classement, pour la plantation de ce qui est actuellement l'École de botanique du Muséum d'Histoire naturelle. C'est ce catalogue, reproduit en tête du *Genera plantarum secundum ordines naturales deposita, juxta methodum in Horto Regio Parisiensis exaratam* publié en 1789 par son neveu et successeur, Antoine-Laurent de Jussieu, qui est le point de départ de la classification actuelle des plantes par familles naturelles.

Les Lamarck, De Candolle, Poiret, Ventenat, Moquin-Tandon, Baker, Durand et bien d'autres ont accumulé diagnoses et découvertes pour faire passer le recensement des 500 types cultivés par Bernard de Jussieu aux 300.000 espèces du monde entier ; la méthode est restée intacte dans ses principes et dans ses traits généraux.

Si tous les amateurs ne peuvent aspirer à laisser dans l'histoire de l'amélioration des plantes cultivées des catalogues aussi parfaits que celui de Bernard de Jussieu, ils doivent cependant être convaincus que des efforts coordonnés et soutenus laissent toujours des résultats importants. Toute pépinière ou collection, créée méthodiquement et accompagnée de notes et d'observations sur les origines, les particularités les plus saillantes, les époques de feuillaison, de floraison et de fructification, fournira pour l'avenir de la science horticole plus de matériaux que les discussions de détails entre botanistes et érudits sur la véritable diagnose à adopter. S'il est indispensable d'avoir présents à l'esprit la méthode et le cadre général pour équilibrer les recherches et poser quelques jalons, il ne faut pas oublier que les amateurs, pépiniéristes et collectionneurs possèdent en général de leur œuvre, des plantes qu'ils ont élevées, une connaissance beaucoup plus exacte, et certes mieux documentée, que les botanistes qui classent les

feuilles sèches des herbiers ou les tiges dont la souplesse n'a pu être conservée que par l'alcool ou le formol.

Tous les travaux sont également utiles à la science; mais si des novateurs comme MM. Gravereaux et Allard continuent à faire de leurs jardins d'acclimatation de véritables Flores vivantes, s'ils entraînent derrière eux une phalange d'émules, ils créeront les bases d'une science horticole comparable à beaucoup de points de vue à la botanique des de Jussieu. L'effort à faire est énorme; mais les résultats obtenus par des hommes modestes et isolés, se livrant fort tard dans la vie à ces travaux, sont si remarquables qu'on ne peut douter de l'avenir.

BIBLIOGRAPHIE

M. Marchant. — Observation sur un nouveau phénomène concernant la structure du fruit d'une espèce de Prunier. *Mém. Ac. R. Sc. Paris*, 1735, p. 373-379.

Hugo de Vries. — *Plant-breeding. Comments of Experiments of Nilsson and Burbank.* Chicago et Londres, 1907. (Une traduction française est en préparation).

Harwood. — *New Creations in Plant Life. An authoritative account of the life and work of Luther Burbank.* New-York, 1906, 368 p.

Sachs J. — *Histoire de la botanique.* Trad. H. de Varigny. Paris, in-8°, 1892.

Blaringhem. — Article Botanique, dans *De la méthode dans les sciences*, 2e série. Paris, Alcan, 1911, p. 167-198.

Ch. Naudin (et Decaisne). — *Manuel de l'Amateur des Jardins*, 4 vol. in-12, 1872.

Ch. Naudin. — *Manuel de l'Acclimateur*. Paris, in-8°, 1887, 565 p.

Ch. Naudin. — Remarques sur les *Diospyros* cultivés à l'air libre, 1881.

Ch. Naudin. — Mémoire sur les Eucalyptus introduits dans la région méditerranéenne. (*Ann. Sc. naturelles, Botanique*, et *Bull. Société bot. de France*, 1883.)

G. Allard, L. Pardé. — Notes sur l'Arborétum de la Mauléverie, à Angers. *Bulletins de la Société Dendrologique de France*, 1906, 1907, 1908 (p. 108-137 et *passim*).

J. Gravereaux. — *Les Roses cultivées à l'Hay en 1902.* P. Cochet. Coubert (Marne), 1902, 232 p., in-8°.

J. Gravereaux. — *Guide* pour servir à la visite de l'Exposition rétrospective de la Rose. *Société nationale d'Horticulture*. Mai 1910, in-8°, 31 p.

CHAPITRE II

Le Polymorphisme des plantes cultivées ou Histoire du Fraisier.

Intérêt des collections méthodiquement classées. — Complexité du problème tel qu'il fut posé par Duchesne en 1766, puis en 1786, et par le comte de Lambertye en 1864 à propos des Fraisiers cultivés. — Groupes botaniques et espèces linnéennes du Fraisier. — Origine hybride du Fraisier Ananas; expériences des hybrideurs anglais Knight et Barnet; recherches récentes de l'auteur.

Polymorphisme du *Fragaria collina* L., à petits fruits; découverte des espèces élémentaires par Jordan. — Production récente de variétés horticoles qui ne sont d'ordinaire que des fragments d'un seul individu; opposition entre l'espèce élémentaire de Fraisiers des quatre-saisons et les individus remontants appelés Fraisier Saint-Joseph et Fraisier Saint-Antoine de Padoue. — Conclusions et généralisation des résultats.

Les Ronces de M. Burbank, les Rosiers perfectionnés de M. Gravereaux offrent pour le public, les amateurs et les praticiens, un intérêt qui n'est pas négligeable. Ces individus sont évidemment des exceptions analogues à la grande majorité des Ronces et des Rosiers que les horticulteurs exposent sur le marché; mais dans la collection de M. Gravereaux ces exceptions sont classées par ordre d'affinités réelles ou probables au lieu d'être distribuées, comme dans la plupart des pépinières, au hasard des plantations, des bouturages et des greffages.

Le collectionneur instruit a eu soin d'étudier les plantes, de les comparer, de supprimer les doubles en notant la synonymie avant de les rassembler

dans un parc où tout est disposé pour mettre en valeur les qualités naturelles des différents groupes ; c'est ce travail de comparaison et de jugement critique, c'est la continuité de l'effort vers un but précis qui font en somme de la Roseraie de l'Hay plus qu'une jolie réunion de beaux Rosiers ; elle constitue une étape intermédiaire entre le désordre, la fantaisie des créateurs de nouveautés et la classification rigide des espèces sauvages dans les Jardins botaniques.

Les rigueurs de Linné envers les plantes cultivées et horticoles pèsent encore lourdement sur l'amélioration des plantes : « Le botaniste ne s'occupera point des variétés légères », dit-il dans sa *Philosophie botanique*, et cette défense fut religieusement observée par la grande majorité de ceux qui firent progresser la science des végétaux durant le siècle dernier. Il faut citer parmi les réfractaires français : Duchesne (1766 à 1800), Lamarck et son collaborateur Poiret (1800), Desvaux, d'Angers (1830), Seringe, de Lyon (1840), Decaisne et Charles Naudin (1860), et surtout Jordan, de Lyon (1840 à 1870) qui doivent, précisément à cause de leur émancipation, être rangés parmi les véritables fondateurs de la nomenclature des plantes cultivées. On doit y joindre des praticiens aux ambitions plus modestes, qui se sont préoccupés surtout de grouper, dans des répertoires commodes à consulter, les principales variétés de plantes connues à leur époque, tels que Van Mons et Poiteau (1840), André Leroy (1872) pour les arbres fruitiers, Louis et Henri Lévêque de Vilmorin pour les Froments et les Pommes de terre (1850 à 1895).

Un exemple concret va fournir des renseignements sur la méthode suivie par ces savants et ces collectionneurs. Le groupe des Fraisiers, qui est bien délimité, fait depuis un siècle et demi l'objet de recherches très méthodiquement suivies, dont l'histoire est intéressante.

En 1763, un amateur du nom de Duchesne, habitant à Paris au faubourg Saint-Honoré, obtint dans son propre jardin une nouvelle variété de Fraisiers, à feuilles simples en forme de cuillères (1), dont il

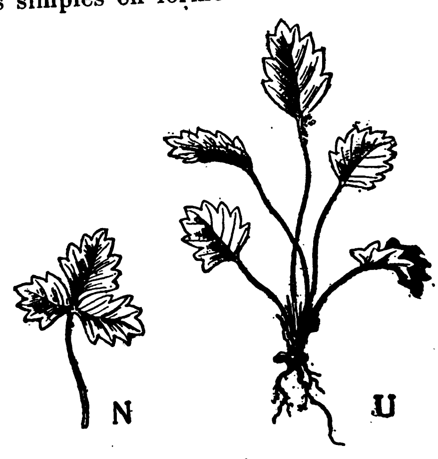


Fig. 2.

démontra la fixité par des semis répétés. Cette découverte le détermina à faire l'étude botanique du groupe des Fraisiers cultivés en France, et, après trois années de travail, il rédigea sous le titre *Histoire naturelle des Fraisiers* un ouvrage de trois cents pages renfermant à la fois la nomenclature raisonnée et les descriptions des formes de Fraisiers connus aux environs de Paris.

Cette étude, qui est parfaite pour l'époque, nous documente sur un groupe qui s'est enrichi, dans l'intervalle d'un siècle, d'un très grand nombre de formes exotiques dont l'influence a modifié considérablement les produits et les procédés de culture.

(1) Voir la description de cette découverte dans BLARINGHEM, *Les transformations brusques des êtres vivants*. Paris, Flammarion, 1911, pp. 5-19 et fig. 2 N, feuille normale, U, Fraisier à feuilles simples.

Il y a un certain intérêt à rappeler la première nomenclature donnée par Duchesne, bien moins pour renseigner le lecteur sur la valeur relative de ces anciennes variétés, que pour montrer les difficultés que tout sélectionneur rencontre dès qu'il s'occupe de la synonymie et de la classification d'un groupe quelconque de plantes cultivées.

En 1766, Duchesne signale en France dix formes de Fraisier bien distinctes, désignées par lui sous les noms suivants :

1° Le Fraisier des mois (*Fragaria alpina* L.) renfermant comme variété particulièrement appréciée et cultivée la petite Fraise des quatre-saisons ou des Alpes (*Fragaria semperflorens*), qui est remontante et donne des fruits de juin à novembre (fig. 6, *se*);

2° Le Fraisier des bois (*Fr. sylvestris* des jardiniers), dont on connaissait dans les jardins au moins sept formes désignées au milieu du XVIII[e] siècle par des noms vulgaires : le rouge, le blanc, le double, le Fraisier panaché, le Fraisier à trochet, le Fraisier de Plymouth et le Coucou;

3° Le Fraisier des jardins (*Fr. hortensis* des jardiniers) ou Fraisier fressant à fruits rouges ou à fruits blancs;

4° Le Fraisier sans coulants (*Fr. efflagellis*), encore très recommandé actuellement sous le nom de Fraisier Gaillon pour les bordures des allées. Cette forme stable est une excellente variété dont la valeur systématique est confirmée par les nombreux semis dont elle a été l'objet depuis deux siècles au moins.

5° Le Fraisier monophylle ou de Versailles (*Fr. monophylla* D.), descendance, stable par le semis, de l'individu découvert en 1763 dans le jardin de Duchesne père, rue Saint-Honoré, à Paris.

6° Le Fraisier vert (*Fr. viridis*), dont la souche est la forme sauvage décrite plus tard sous le nom de *Fragaria collina* Ehraht;

7° Le Fraisier capiton (*Fr. moschata*);

8° Le Fraisier frutillier (*Fr. chiloensis*), qui devait être cultivé depuis bien peu de temps, introduit d'Amérique ;

9° Le Fraisier à gros fruits et à grandes fleurs (*Fr. grandiflora* hort.), mieux connu sous le nom de Fraisier Ananas (*Fr. ananassa*), très répandu dans tous les jardins, qui est la souche probable de nos variétés actuelles à gros fruits;

10° Le Fraisier écarlate, acclimaté depuis peu et originaire de la Virginie (*Fragaria virginiana*), où il se développe à l'état sauvage.

Toutes ces formes sont très nettement tranchées. Pour les horticulteurs comme pour les collectionneurs qui résistaient à l'influence déjà prépondérante de Linné, ces dix groupes formaient de bonnes espèces, n'offrant que peu ou pas de transitions entre elles. La plupart avaient donné des variétés à fruits blancs (Fraisiers des mois, des bois, des jardins, sans coulants) et des variétés à feuillage panaché (Fraisier des bois, Fraisier Ananas).

Ces faits ont été révisés en 1786 et leur portée fut de beaucoup diminuée lorsque prévalut, à la fin du XVIIIe siècle, la classification linnéenne remaniée par les De Jussieu. Pendant plusieurs décades, on ne connut (1) que les grandes subdivisions suivantes :

a) *Fragaria vesca* (vrais), ou Fraisiers ordinaires, renfermant d'après Duchesne les formes Fraisiers des Alpes, des bois, d'Angleterre (dite à châssis), fressant, buisson, monophylle, à fleurs doubles, et de Plymouth;

b) *Fragaria vesca* (type B), à fruits peu abondants, à étamines longues, à ovaires gros et rares renfermant la série des Caperons dont on connaissait à

(1) D'après l'*Encyclopédie méthodique. Botanique*, par LAMARCK et POIRET, t. II, p. 527.

cette époque au moins dix-sept formes locales; il est commode de les classer avec Duchesne en quatre sous-groupes portant de vieux noms français :

1° Les *Majaufes*, très rouges, à petits fruits dont la pulpe est tendre et fondante, étaient répandues en Provence. Très fécondes et un peu tardives, elles refleurissent en septembre-octobre dans les environs de Paris, mais les fruits d'arrière-saison y mûrissent mal. Les majaufes de Champagne ou Fraisiers vineux, moins fertiles, donnent des fruits plus gros et plus colorés.

2° Les *Breslingues*, à pulpe très juteuse et cependant très ferme, ont des qualités qui les désignent pour l'amélioration des fraises commerciales destinées aux expéditions à longue distance. Les races connues à la fin du XVIIIe siècle étaient fort nombreuses et on serait quelque peu embarrassé pour les retrouver aujourd'hui. Le Fraisier-Coucou, rarement fertile, donnait les Fraises mignonnes; le Breslingue d'Allemagne, décrit dès 1718, juteux, vert à l'ombre, rouge brun au soleil, se caractérisait par un parfum trop fort, que des semis répétés n'avaient pu adoucir. Le Breslingue de Bourgogne, signalé en 1768 sous le nom de Fraise Marteau à cause de sa forme, était mieux coloré et moins parfumé. Le Breslingue de Suède (smultron), très abondant dans les environs de Stockholm, donnait de très gros fruits à chair cassante mais exquise.

Dans le Bois de Boulogne, Duchesne découvrit ce qu'il nomma le Breslingue de Longchamp « l'un des plus vivaces, des plus robustes, des plus abondants en courants, mais ordinairement stérile. » Ses fruits, améliorés par la culture, étaient plus allongés, plus juteux et meilleurs que les fruits des précédents; on attribua sa présence aux portes de Paris à son introduction dans les jardins créés autour d'un château de François Ier.

Le plus connu des Breslingues, le Fraisier vert, n'a

cessé d'être cultivé en Angleterre durant deux siècles; les formes élevées à Trianon en 1770 étaient très succulentes, moins fermes que la plupart des autres Breslingues, mais d'un parfum plus agréable. Duchesne remarqua dès 1786 que les Caperonniers et le Frutillier femelle fécondés par cette race produisirent des métis intéressants pour l'horticulture.

3° Les formes des *Caperonniers*, dioïques et presque toujours stériles, donnaient après des fécondations accidentelles, des fruits rouges pourprés très foncés, d'un goût musqué, parfois fondants (une variété était réputée chez les amateurs du XVIIIe siècle sous le nom de *Fraise-framboise*); l'avortement constant des étamines entraîna de nombreux croisements qui ne furent pas étudiés avec soin et il faut peut-être y trouver l'origine de quelques-uns de nos Fraisiers modernes après la pollinisation par le Fraisier de Virginie (le Quoimio de Duchesne). Le *Caperonnier Royal* n'était autre qu'un de ces hybrides devenu hermaphrodite et possédant la précieuse qualité de fructifier deux fois, au printemps et à l'automne. Il fut envoyé de Bruxelles à Fontainebleau, vers 1760, et fut fort apprécié à la Cour de Louis XV.

4° Vient enfin la série des Fraisiers récemment importés d'Amérique en Europe, dont le *Frutillier*, apporté du Chili en 1714, les *Quoimio* de Virginie à étamines longues et grêles, à fruits dont la pulpe boursouflée entre les akènes n'est protégée que par une pellicule mince qui se rompt au moindre froissement (caractère du Fraisier des îles Sandwich femelle dont je parle plus loin). A cette série, Duchesne rattache le Fraisier de Bath, le Fraisier de Caroline et le Quoimio de Haarlem et ses descriptions concordent exactement avec celle du Fraisier Ananas, dont l'origine est encore fort discutée actuellement.

Le mérite de Duchesne est d'avoir donné, à deux

dates éloignées de vingt ans, des listes assez exactes de tous les Fraisiers répandus en Europe et cultivés alors dans les jardins pour leurs fruits. Pendant ce temps, les botanistes avaient adopté la méthode de Linné, revisée par les De Jussieu, et les progrès qu'ils provoquèrent dans l'art de la diagnose des Fraisiers se traduisirent, à mon avis du moins, par un recul. Méconnaissant la valeur de groupes dont la fixité était établie par de longues cultures et parfois même par des semis répétés, Ehrarht, Thuillier, Grenier et Godron, Schlechtendal, etc., pour la partie botanique, Poiteau et Turpin, pour la partie horticole, ramenèrent à quelques espèces sauvages mal délimitées et à des hybrides en faveur mais peu constants, la nomenclature des Fraisiers d'Europe. Suggestionnés par la grande extension des Fraisiers à gros fruits anglais, puis par celle des Fraisiers à gros fruits français, objets des sélections du début du XIX[e] siècle, ils négligèrent complètement de signaler les anciennes variétés de Fraisiers d'Europe, si bien étudiées par Duchesne, qui disparurent même des collections. On perdit ainsi le fruit d'un travail méthodique de trente années et de la sélection de plusieurs siècles. Au point de vue pratique, il faut déplorer la perte des Majaufes, des Breslingues et même du Fraisier-Framboise, sélectionnés par les jardiniers du XVIII[e] siècle, dont il n'est plus question depuis 1820 et qui sont définitivement disparus.

Vers le milieu du XIX[e] siècle, furent successivement publiées une étude remarquable du botaniste J. Gay, sur les caractères de la végétation et la distribution géographique du Fraisier (1858), d'excellentes descriptions des principales formes horticoles, par Mme Elisa de Vilmorin, illustrées de belles planches coloriées, sous le titre *Le Fraisier* (t. IX du *Jardin fruitier du Muséum*, publié sous la direction de J. Decaisne). Le comte Léonce de Lambertye a réuni

enfin, dans son important traité de la culture du Fraisier paru en 1864, tous les documents nouveaux dont voici un aperçu.

Le principal résultat acquis par les travaux des botanistes est le suivant : on ne trouve que des affinités lointaines, mais non douteuses, entre les Fraisiers sauvages d'Europe et les Fraisiers sauvages d'Amérique. Ceux-ci sont toujours des plantes vigoureuses à larges feuilles épaisses, d'un vert foncé à la face supérieure, vert jaune clair à la face inférieure ;

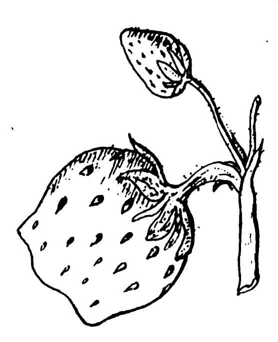


Fig. 3. — Fraise à gros fruit fascié.

les fleurs grandes, groupées en cymes compactes sur des tiges étalées et fortes sont souvent soudées, *fasciées*, comme on a coutume de dire en tératologie, et le développement de leurs réceptacles charnus donne les Fraises larges en crêtes de coq (fig. 3), si abondantes aujourd'hui dans les cultures soignées et fortement fumées.

Les formes américaines se répartissent en deux grands groupes :

a) Les *Fragaria virginiana* Miller (fig. 4, *vi*) ou Fraisier de Virginie qui comprend le Fraisier écarlate (fig. 4, *e*) cité pour la première fois en 1624 dans les catalogues de fruits, par Jean Robin, herboriste de Louis XIII.

b) Le *Fragaria chiloensis* Duchesne ou Fraisier Frutillier, rapporté du Chili par un ingénieur français et grand navigateur, envoyé en mission par Louis XIV dans les colonies espagnoles de l'Amérique du Sud de 1712 à 1714 (1). Il se distingue très facilement du

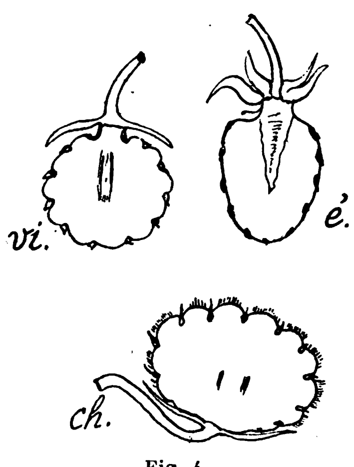


Fig. 4.

précédent par ses fruits redressés (le réceptacle charnu en l'air) et couverts de petits poils séparant les graines (akènes) (fig. 4, *ch*).

Les Fraisiers sauvages de l'Europe (fig. 6 et 7) diffèrent notablement des Fraisiers d'Amérique. Leurs fleurs très petites, un peu jaunâtres avant l'épanouissement, réunies par cymes de 5 à 8 sur des hampes grêles et souvent longues, leurs fruits globuleux ou coniques, toujours petits mais très parfumés, la teinte vert clair fortement nuancée de jaune de leur feuillage et beaucoup d'autres traits ne permettent pas

(1) Par une coïncidence singulière cet ingénieur, issu d'une famille écossaise émigrée en Savoie, s'appelait Frézier. Voir *Relation du voyage de la mer du Sud, des côtes du Chili et du Pérou*, 1716.

de confondre les plantes qui portaient la Fraise des bois, les Capitons ou les Majaufes de Provence et les plantes qui nous donnent les grosses fraises. Il n'y a donc en définitive que deux grandes sections dans les Fraisiers cultivés : ceux d'Amérique et ceux d'Europe.

Mais les botanistes plus exigeants du XIXe siècle ont subdivisé les Fraisiers européens à petits fruits en quatre types sauvages bien distincts, regardés comme de bonnes espèces par les nomenclateurs ; elles croissent dans les bois, sur la lisière des forêts et sont décrites dans toutes les flores locales.

Deux d'entre elles offrent par leurs fruits quelques analogies avec le Fraisier Ananas, dont le fruit gros à chair ferme est étroitement enveloppé par les pièces vertes du calice et du calicule appliquées sur lui. L'une, fort rare, *Fragaria Hagenbachiana* Reichenbach, signalée dans la forêt de Saint-Germain, aux environs de Bourges et dans quelques stations du centre, ne serait qu'un hybride de l'autre, bonne espèce beaucoup plus commune (*Fragaria collina* Ehrhart) (fig. 5, *c*). Ces deux groupes renferment des plantes grêles, assez velues dont les feuilles sont couvertes, surtout à la face inférieure, d'un véritable duvet blanchâtre, dressé sur les pétioles des feuilles, appliqué sur les pédoncules des fruits et sur les pièces du calice. Avec un peu d'habitude, on peut distinguer ces fruits de toutes les autres Fraises, surtout à la cupule enveloppante et soyeuse où se loge le réceptacle charnu. Assez répandus dans les jardins il y a deux siècles et connus sous les vieux noms français de *Breslingues*, *Craquelin*, *Vineux de Champagne*, ils n'y étaient pas cultivés au sens propre du mot, mais protégés seulement dans leur croissance par la suppression des mauvaises herbes. A Malesherbes, aux environs de Provins et à la limite de la forêt de Compiègne, ils abondent encore sur les coteaux arides ; ils n'ont pas été sensiblement modifiés par la culture.

Les *Caprons*, *Capitons* ou Fraisiers *Hautbois* des Anglais (fig. 5, *e* et *h*) rentrent dans l'espèce botanique *Fragaria elatior* Ehrhart. Ils sont beaucoup plus vigoureux, couverts d'avril à mai de hampes de fleurs dressées hautes de 25 à 40 centimètres, dont

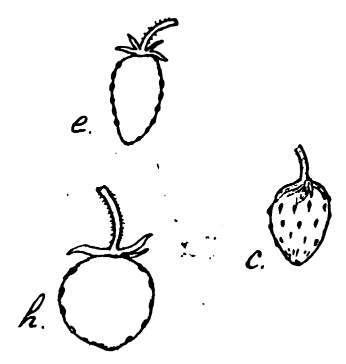


Fig. 5.

peu de fruits nouent, en raison de l'avortement des étamines. Les rares fruits qui se développent sont donc mieux nourris, deviennent plus charnus et plus succulents. Certaines formes de Caprons ont joui pour cette raison d'une grande renommée dans quelques jardins anglais, avant la multiplication du Fraisier Ananas et des Fraisiers américains; elles ont préparé la mode des Fraisiers à gros fruits. Le botaniste Parkinson décrivait dès 1629, sous les noms de Fraisier Hautbois ou Fraisier de Bohême, un type répandu en Angleterre et sans doute indigène dans le centre de l'Europe; on savait déjà qu'en raison de son origine il préférait les stations un peu ombragées, dans les bois montueux, dans les haies et de préférence dans les lieux frais, par opposition avec les formes du *Fragaria collina* dont il a été question, qui aiment le soleil et la sécheresse.

Il y a donc entre le Fraisier élevé et le Fraisier des

collines des différences d'aptitudes que les sélectionneurs doivent bien connaître avant d'utiliser ces espèces pour leurs créations; mais, jusqu'à présent, leur rôle a été très limité et elles n'ont pas servi à la préparation de nouvelles variétés meilleures. On les a à peine sélectionnées, puis perdues de vue, depuis l'extension prise par les hybrides américains.

Toutes nos améliorations récentes proviennent de deux types, du Fraisier ordinaire des bois (*Fragaria vesca* L.), indigène dans toute l'Europe centrale, très commun sur les hautes montagnes, et du Fraisier Ananas dont la souche est inconnue.

Les fruits du Fraisier des bois, relativement petits, sont dégagés de la collerette de pièces vertes peu

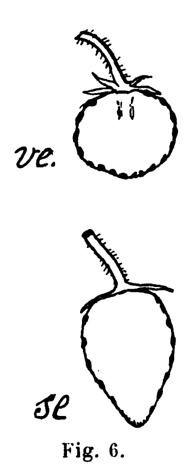


Fig. 6.

poilues qui forment le calice et le calicule; leur cueillette en est facilitée et on ne rencontre sur le marché que les fruits de cette espèce, à l'exclusion de tout autre type sauvage (fig. 6, *ve*).

Les fruits du Fraisier Ananas (fig. 7, *a*) ou grosses fraises sont aussi fort caractéristiques; mais on n'a

trouvé aucune plante sauvage donnant des fruits analogues soit par la forme du réceptacle et des bractées, soit par le goût.

L'origine de cette forme est douteuse; on la signale,

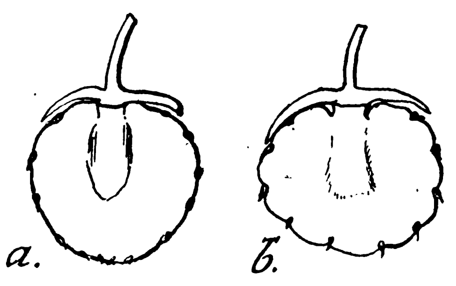


Fig. 7.

mais sans description précise, vers 1760 en Allemagne et sans doute aussi en Hollande. Dix ans plus tard, elle était très répandue en Angleterre où, d'après Miller, on la cultivait surtout à cause du goût et du parfum très spécial de ses fruits. D'après madame Élisa de Vilmorin, le Fraisier *Ananas anglais*, origine de toutes les Fraises à gros fruits dites *anglaises*, serait distinct et assez différent du Fraisier *Ananas* type *français*, cultivé à Trianon pour la table de Louis XV et origine des fraises à gros fruits cultivées en France de 1770 à 1820.

Ainsi, au point de vue de l'histoire de nos fraises actuelles, il faut tenir compte d'au moins deux types *Ananas*, et sans doute celui de Bretagne (1) n'est pas absolument identique aux précédents. Le terme *Ananas* est d'ailleurs synonyme de Fraisier de Bath (fig. 7, *b*), de Fraisier de Caroline, ce qui contribue pour une bonne part à compliquer la question. Enfin, je l'ai déjà dit, *on ne connaît aucun Fraisier sauvage donnant des fruits ayant la saveur de ceux du Fraisier*

(1) Vers 1780, Plougastel était déjà célèbre par ses fraises.

Ananas, et la plupart des auteurs s'entendent pour en faire un hybride.

Hybride de quoi ? De Fraisiers américains sans aucun doute (1), mais il n'est pas impossible que nos Fraisiers d'Europe, et en particulier les Fraisiers ordinaires *Fragaria vesca* L., aient joué un rôle dont l'importance est d'ailleurs tout à fait inconnue. Ce qu'on peut affirmer, c'est que le botaniste horticulteur Andrew Knight insistait déjà, à la fin du XVIII[e] siècle, sur les difficultés de combiner par le croisement artificiel les Fraisiers Ananas anglais avec les Fraisiers sauvages ou cultivés antérieurement en Europe. Il a signalé à ce sujet un fait curieux (1820): il aurait obtenu des formes identiques à partir de semis des graines des Fraisiers *Fr. virginiana*, *Fr. chiloensis* et *Fr. grandiflora* (Ananas). Un peu plus tard (1826), Barnet, de la Société d'horticulture de Londres, aurait enfin réussi à croiser la Fraise de Virginie avec les Hautbois, ce qu'avait essayé en vain A. Knight, et obtenu des plantes assez analogues au Fraisier Ananas commun.

J'ai eu l'heureuse fortune de réussir récemment des

(1) Voici ce que Föcke (1885), dit au sujet de l'origine du Fraisier Ananas : Le Fraisier *Fr. chiloensis* est une espèce bisexuée ou dioïque, du Sud de l'Amérique, dont Frézier rapporta à Brest, en 1710, seulement quelques pieds qui, dit-on, étaient femelles. Actuellement on cultive encore en une localité des environs de Brest le *Fr. chiloensis* bisexué. En d'autres points d'Europe le *Fr. chiloensis* ne donne pas de fleurs mâles et, s'il est isolé, reste stérile ; mais cultivé à côté du *Fr. virginiana*, il donne des fruits aqueux, sans saveur. C'est de cette hybridation que provient le *Fr. grandiflora* Ehrhart, ou *Fr. caroliana* hort., connu encore comme *Fraisier de Berberie* (*Ananas-Erdbeere*, *Pine-Strawberry*), hybride tout à fait fertile à gros fruits, mais très variable dans sa descendance. Il fut recroisé lui-même ou par l'intermédiaire de sa descendance, tantôt avec le *Fr. chiloensis*, tantôt avec le *Fr. virginiana*. A. Knight en obtint par ses croisements méthodiques des fruits de table fort remarquables, dont il apprécia environ 400 sortes. Depuis, les sélectionneurs de Fraisiers ont encore perfectionné les meilleures.

croisements analogues. Le point de départ est une variété du *Fragaria virginiana* élevée de graines en 1908 à partir d'un échantillon donné sous le nom *Fragaria sandwicensis* par le Muséum d'Histoire naturelle. J'ai conservé du semis un seul pied femelle, multiplié en 1909 et en 1910 dans l'espoir d'en obtenir des variations sexuées, mais en vain. Combiné par croisement méthodique avec le *Fragaria vesca* f. *semperflorens* à fruits rouges en culture à Bellevue (S.-et-O.), j'en ai obtenu en 1911 quelques cen-

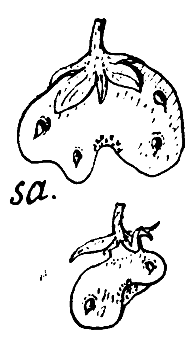


Fig. 8.

taines de graines hybrides, dont 32 seulement donnèrent des plantes. Les graines (ou akènes) étaient toujours très peu nombreuses (fig. 8, *sa*), 1, 2, 3 ou 4 au maximum sur de gros réceptacles difformes et creux, sans saveur et plutôt coriaces. Des 32 plantes, plus du tiers n'a pas fleuri encore, malgré les soins que je leur ai donnés ; en ce qui concerne le feuillage, 30 plantes sont identiques, aux détails près, à la mère *Fragaria sandwicensis* (qui est aussi le feuillage du Fraisier Ananas), une au Fraisier des bois ordinaire *Fragaria vesca* (1), et une plante est intermédiaire à ce point de vue.

(1) Cette expérience fournit donc une confirmation des re-

Sur les 30 plantes à feuillage maternel, 17 ont fleuri et fructifié en 1912 ; je n'ai trouvé que des fruits du type de l'Ananas, les uns très parfumés, les autres fades et fort différents de formes, la plupart allongés,

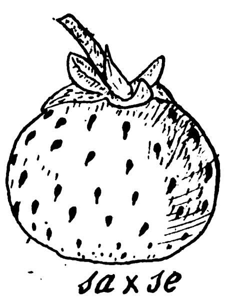


Fig. 9.

d'autres arrondis et globuleux (fig. 9, *sa* $\times$ *se*). Quelques-uns d'entre eux ne peuvent être distingués que par leurs pédoncules très grêles des Fraisiers à gros fruits ordinaires ; mais les pédoncules épais et forts de ces dernières variétés sont le résultat d'une sélection attentive ayant pour objet l'obtention de fruits ne traînant pas sur le sol.

L'expérience en question n'est pas terminée ; elle me paraît cependant confirmer le peu qu'on suppose sur l'origine du Fraisier Ananas ; ce serait bien un hybride hermaphrodite de l'espèce américaine *Fr. virginiana*, le plus souvent unisexuée, avec l'espèce européenne à fleurs hermaphrodites (*Fr. vesca*).

On conçoit facilement que la propagation de pieds femelles des *Fragaria* américains dans les jardins n'a pu avoir lieu longtemps sans qu'on obtienne des fruits portant des akènes fécondés par le Fraisier des bois. Le semis de ces akènes a donné quelques pieds hermaphrodites et par cela même plus féconds que

cherches de *Millardet* concernant la production de faux hybrides, maternels ou paternels, chez les Fraisiers.

leurs mères, ayant leurs gros fruits, à parfum rappelant celui des fraises d'Europe ; tels étaient les Ananas connus dans divers jardins à la fin du XVIIIe siècle, dont quelques-uns ont été conservés (1).

L'histoire du Fraisier Ananas, les expériences concluantes en faveur de son origine hybride, la coïncidence de son apparition avec l'introduction de certaines espèces américaines ne suffisent pas à nous documenter d'une façon précise sur les ascendants vrais de cette variété qui se reproduit assez bien par le semis. Nous sommes convaincus qu'il dérive plutôt des Fraisiers de Virginie (*Fr. virginiana*) que des Fraisiers du Chili (*Fr. chiloensis*), importés en Europe par des explorateurs et connus plus tard. Mais nous ne connaissons pas l'espèce européenne qui a pu féconder le Fraisier de Virginie, et l'influence paternelle n'est sans doute pas tout à fait négligeable. Les différences qui ont permis de distinguer dans les catalogues des horticulteurs les fraises Ananas anglaises, les Ananas françaises, l'Ananas de Bretagne, etc., tiennent sans doute en partie à des parents et probablement à des pères différents.

Les Fraisiers d'Europe sont d'ailleurs très polymorphes et leur répartition en trois grandes espèces est une convention familière aux naturalistes qui ne se préoccupent pas des détails, même s'ils sont héréditaires. Un botaniste lyonnais, Alexis Jordan cultiva dans son jardin de nombreuses espèces sauvages du *Fragaria collina* récoltées çà et là dans ses excursions ; il réussit à convaincre ses contemporains, et surtout

(1) Pour justifier cette opinion on pourrait invoquer encore le témoignage de quelques sélectionneurs anglais. D'après M. Barnet, on a cultivé l'ancienne fraise écarlate américaine (*Fr. virginiana*) pendant plus d'un siècle sans produire une seule variété. Puis, dès que l'ébranlement (il faut lire le croisement) s'est produit, il en est apparu de tous côtés des variations d'un grand intérêt horticole.

les biologistes modernes, que les espèces des flores n'ont qu'un intérêt relatif, que les formes locales distinguées par leurs graines (akènes) à bec plus ou moins marqué, par leurs fruits groupés en grappes plus ou moins compactes, à bractées plus ou moins poilues, sont de bonnes espèces héréditaires. Les pièces florales, sépales, pétales, étamines et carpelles, examinées en plein épanouissement, montrent

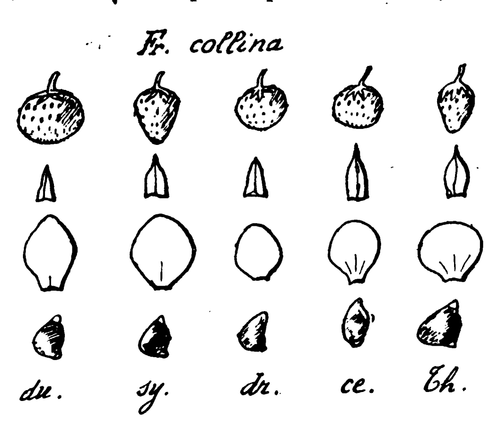


Fig. 10 à 14. — Chaque colonne verticale représente les fruits, les sépales, les pétales, les akènes de cinq espèces élémentaires de *Fragaria collina* découvertes par Jordan et qui sont de gauche à droite *Fr. dumetorum*, *Fr. sylvulicola*, *Fr. drymophila*, *Fr. cerineoalba*, *Fr. Thomasiana*.

à un œil exercé de nombreuses particularités qui sont pour la plupart transmises sans altération après la reproduction sexuée (fig. 10 à 14).

Ainsi, il résulte des travaux de Jordan sur les Fraisiers des collines, et on pourrait faire une révision analogue des Fraisiers des bois, que de nombreuses formes sauvages, distinctes par des caractères précis, sont aussi stables, aussi indépendantes des conditions de culture, de l'entretien et de la fumure que ne le sont les grosses espèces de Fraisiers de Vir-

ginie, du Chili etc., reconnues et classées par Linné et ses émules.

Il y a toutefois une différence notable entre ces catégories d'individus. L'homme le moins prévenu ne confondra jamais la grosse fraise de Virginie, ou la plante qui la donne, avec la petite fraise des quatre-saisons ou avec le Fraisier des collines. Les divergences sont tellement accusées qu'on les distingue sur la table, et jusque sur le marché par leurs prix de vente.

La distinction des formes sauvages reconnues par Jordan dans les Fraisiers des collines des environs de Lyon est beaucoup plus délicate. D'abord la découverte de ces formes a été le résultat d'un travail fort pénible et de longue durée. Il a fallu parcourir plusieurs régions de France pendant des années, noter les plantes dont les fleurs ou les fruits offraient une avance ou un retard sur la moyenne, les transplanter côte à côte pour compléter la comparaison, et alors remarquer des divergences légères dans la couleur des feuilles, d'un vert plus ou moins jaunâtre, ou dans la forme et le goût des fraises, plus ou moins grosses, plus ou moins parfumées. Plus tard seulement Jordan nota des stries, des poils diversement placés sur les organes de chaque groupe d'origine différente.

Dans la collection réunie peu à peu et augmentée chaque année à Lyon, beaucoup de plantes n'ont offert aucun signe stable les séparant du type ordinaire et y ont été réunis. Mais les particularités de quelques autres formes se sont maintenues ; ces dernières seules, après avoir été étudiées avec patience, ont été jugées dignes de faire partie de la collection d'espèces élémentaires. Jordan s'est alors assuré que ces différences dans la forme des graines, dans la pilosité et la forme des sépales, dans la forme et la taille des pétales, dans le mode d'insertion des anthères sur le filet des étamines étaient des caractéristiques infiniment plus précises et plus constantes,

dans les semis répétés, que la précocité et la tardivité, que la vigueur ou l'abondante floraison, que la forme des fruits ou leur saveur qui s'étaient manifestées dès les premières comparaisons. En un mot, il a découvert quelques dizaines de Fraisiers des collines offrant entre eux d'étroites affinités, identiques pour un ensemble de caractères, distincts par une série de petits détails dont on ne peut cependant négliger l'importance, puisque ces détails sont transmis fidèlement par le semis si l'on a soin d'empêcher le croisement des souches. D'ailleurs ces détails sont presque toujours en corrélation avec des qualités ou avec des défauts des plantes, auxquels est lié leur avenir dans la culture.

Dans une région donnée, le nombre de ces types secondaires n'est pas illimité ; quelques-uns sont très répandus, d'autres fort rares; on en trouve qui offrent les mêmes caractères morphologiques et anatomiques dans des régions fort éloignées les unes des autres (sur les Pensées sauvages des Alpes et du Nord de la Suède par exemple) et, pour cette raison, il faut bien accorder même une valeur systématique aux formes jordaniennes, que nous appellerons *espèces élémentaires* ou *petites espèces* par opposition aux *espèces de Linné* qui sont les espèces des flores ou les grosses espèces.

On est donc conduit à conserver le nom de *grosses espèces* aux cinq groupes de Fraisiers dont la description est donnée plus haut et qui ne laisse prise à aucune ambiguïté. Les *Fragaria virginiana*, *Fr. chilœnsis*, *Fr. collina*, *Fr. elatior* et *Fr. vesca* sont reconnus sans aucune difficulté par les botanistes non spécialisés dans l'étude des Fraisiers.

Les formes cultivées du *Fragaria vesca* à fruits blancs, à floraison continue (remontants), dépourvus de filets, à gros fruits, à feuilles en cuillère sont de simples *variétés* ne différant en général de la souche que par un ou quelques caractères très saillants ; tout

le monde les distingue, mais par des caractères peu importants au point de vue de la classification. Ce sont pour nous des *variétés*.

Au contraire, les *espèces jordaniennes* constituent, dans les grosses espèces, des groupes difficilement limités, qu'on ne sait distinguer qu'après de longues études et des cultures minutieuses; les mots manquent pour traduire ces multiples différences de détails et la plupart des auteurs qui s'en sont préoccupés les représentent sur des dessins, dont la reproduction fort onéreuse est toujours imparfaite. Grâce à ces dessins cependant, on a pu s'assurer de la fixité et de l'importance de détails caractéristiques des lignées et de leur corrélation avec des qualités physiologiques de précocité, de floraison continue, très importantes au point de vue pratique.

Il reste encore à parler d'un autre mode de polymorphisme chez les Fraisiers cultivés. C'est celui qui correspond aux sortes mises en vente par les marchands grainiers sous des noms de fantaisie fort divers, auxquels il est difficile d'attacher un réel intérêt; toutes ces sortes ne sont en général que les fragments d'un seul individu.

Le Fraisier Gaillon, équivalent à la forme *efflagellis* du Fraisier des Alpes citée par Duchesne, le Fraisier monophylle, les Fraisiers à fruits blancs sont des variétés véritables qui conservent leurs caractères lorsqu'on les propage par le semis; les autres ne sont pour la plupart que des marcottes naturellement développées sur les coulants d'un pied mère unique, puis à partir des coulants des plantes dérivées de ce pied mère, et ainsi de suite. La sorte commerciale ne représente donc souvent que la propagation à l'infini des bourgeons et des ramifications d'un seul individu, issu d'une seule graine; pour l'obtenir, comme pour la conserver, il faut l'assimiler à un individu et non à une variété, encore moins à une espèce élémentaire.

La propagation à l'infini par marcottes et éclats de souche, qui constitue un grave inconvénient pour l'étude et la classification rationnelle des sortes commerciales, est en réalité une qualité fort précieuse pour la propagation des meilleurs types. On tiendra peu compte dans l'amélioration de plantes se propageant par graines, dans la sélection du Blé ou du Maïs par exemple, de l'obtention d'un seul individu d'élite au milieu de plusieurs milliers de plantes médiocres; une moyenne honorable est préférable à ces lots divergents et instables. Pour le Fraisier et le Groseillier qui se propagent par boutures, pour les Poiriers et les Pommiers qui se greffent sur des sauvageons en gardant leurs qualités, l'obtention d'un seul individu d'élite est tout. C'est aussi le cas des plantes à bulbes, des Chrysanthèmes et des Rosiers à fleurs doubles, des Lilas et de la grande majorité des plantes horticoles; c'est le cas de la Pomme de terre, des Topinambours dont les fleurs ne donnent pas de graines en Europe, des Crosnes du Japon, de ces multiples plantes citées dans les catalogues de vente des pépiniéristes au même rang que les variétés de semis et que les bonnes espèces, alors qu'elles n'en ont aucune des propriétés.

Mais le sélectionneur seul, désireux d'améliorer les formes en culture, a besoin de se rendre compte que toutes ces prétendues variétés ne sont que les morceaux d'un seul individu à qualités plus ou moins remarquables, dont la transmission par la reproduction sexuée est fort douteuse et parfois même impossible. Ainsi nous ne connaissons que la forme mâle du Peuplier pyramidal d'Italie et les millions de représentants de cet arbre répandus depuis le XVIe siècle de Perse en Italie, puis dans l'Europe entière et en Amérique, sont des fragments d'un seul individu anormal qui n'a jamais donné de graines pures; on croit en avoir obtenu un hybride, il y a une vingtaine d'années.

Individu — variété de semis — espèce élémentaire — espèce botanique — espèce linnéenne — groupe d'espèces constituant des sous-genres, tels sont les principaux degrés dans la hiérarchie de la Classification que nous avons reconnus à propos des Fraisiers. Les horticulteurs praticiens confondent toutes ces subdivisions; ils rangent sur le même plan, dans leurs catalogues, les espèces linnéennes et les espèces jordaniennes; ils y intercalent des plantes dont l'origine hybride est évidente ou douteuse, auxquels ils attribuent souvent plus d'intérêt qu'aux véritables variétés de semis.

Cette confusion est fort préjudiciable à l'avenir de la science horticole; elle limite singulièrement les progrès du perfectionnement des plantes et parfois détourne de cet objectif les meilleures volontés. Ignorant le mécanisme de la naissance du Fraisier Ananas, j'ai été conduit, dans ma première opération de croisement méthodique de Fraisiers à partir du Fraisier de Virginie et du Fraisier des Alpes, à retrouver des plantes bien voisines de l'Ananas connu. Il a fallu quatre années de tâtonnements, de soins et plusieurs ares de terrain pour aboutir à ce maigre résultat pratique; bien des horticulteurs sélectionneurs ont dû être découragés par des expériences analogues qui ne leur donnèrent aucune nouveauté.

Les progrès dans l'amélioration des Fraisiers sont très rares, surtout depuis un siècle, et la cause en tient peut-être à la confusion qui règne dans leur nomenclature. Depuis vingt-cinq ans on ne peut guère signaler que la production de Fraisiers Ananas remontants, analogues au Fraisier des Quatre-Saisons, qui ont été obtenus par hasard, semble-t-il. On obtiendrait des résultats sérieux et rapides en s'efforçant d'examiner méthodiquement ce qui est héréditaire et ce qui ne l'est pas, en distinguant les individus des variétés et des espèces proprement dites.

Le Fraisier des Alpes (*Fragaria semperflorens*), origine des Quatre-Saisons, n'est guère cultivé que depuis 1760. Duchesne put l'étudier à Trianon où il avait été introduit récemment par Fougeroux de Bondaroy, neveu de Duhamel de Monceau. Ramassé au Mont-Cenis au cours d'un voyage difficile, on l'éleva de graines à Versailles, où il eut deux fructifications bien marquées, l'une de mai à juin, l'autre en septembre. Depuis, des semis nouveaux, et la sélection aidant, nous procurèrent des Quatre-Saisons à fruits rouges, à fruits blancs, à fleurs roses, sans filets, etc., dont la production est échelonnée, sous le climat de Paris, durant tout l'été.

On obtint en 1893 seulement des Fraisiers Ananas offrant les mêmes avantages. M. l'abbé Thivolet, curé de Chanoves, isola dans ses semis quelques plantes à gros fruits remontants dont les meilleurs individus furent propagés de boutures sous le nom de Fraisier de Saint-Joseph ; les prétendues nouveautés *rubicunda*, *Léon XIII* n'en sont que des synonymes de même origine. Le même sélectionneur introduisit dans le commerce, en 1899, la variété horticole dite Saint-Antoine de Padoue, qui n'est elle aussi que le résultat de la multiplication d'un seul individu, remontant comme le Fraisier de Saint-Joseph.

Pour les jardiniers, le Fraisier des Alpes, les Fraisiers de Saint-Joseph et de Saint-Antoine de Padoue sont équivalents, du moins au point de vue de leur énumération. Ils ne font pas de différences entre les espèces élémentaires et les variétés horticoles, qui ne sont que des individus hybrides. Pour les sélectionneurs il en est tout autrement. Le premier est stable par le semis ; les graines rapportées du Mont-Cenis à Versailles par Fougeroux de Bondaroy ont donné de suite des plantes remontantes, et cette qualité put être communiquée aux hybrides, qui en dérivent. Au contraire, les individus dénommés Saint-Joseph, Saint-Antoine de Padoue par M. l'abbé

Thivolet sont des hybrides dont les qualités seront perdues pour la majeure partie et peut-être même pour la totalité des descendants ; et aucun sélectionneur ne songera à les utiliser pour une amélioration méthodique. Il est fort probable aussi que l'on retrouverait par le semis des graines de ces individus le Fraisier Ananas et le Fraisier des Quatre-Saisons ; l'opération se traduirait ici par un recul.

Si les individus hybrides dégénèrent et perdent la plupart de leurs qualités par le semis, il est à peine raisonnable d'entreprendre un long travail de perfectionnement méthodique à partir de ces formes qui constituent la très grande majorité des collections horticoles. Au contraire, peu d'horticulteurs, sauf peut-être M. Viviand-Morel qui fut le collaborateur de Jordan à Lyon, ont utilisé jusqu'ici, pour l'amélioration du Fraisier cultivé, les nombreuses espèces élémentaires que nous avons signalées plus haut ; ce sont les véritables entités qui mériteraient d'être prises comme point de départ et je suis persuadé qu'on en obtiendrait rapidement des nouveautés fort intéressantes, si on les croisait avec les Fraises américaines de Virginie ou du Chili.

Au point de vue plus général de l'éducation des sélectionneurs, pour éviter des répétitions fâcheuses et le temps perdu qui arrêtent les bonnes volontés, il serait important de préparer les améliorations du Fraisier cultivé par une étude monographique des formes, des espèces élémentaires et des variétés de semis les plus connues. En adoptant une nomenclature précise, en indiquant les ascendances et les résultats de croisements récents, on pourrait obtenir rapidement, par un travail coordonné, toutes les combinaisons que des opérations horticoles faites au hasard ne fourniront qu'au bout de plusieurs siècles, et peut-être davantage.

Il est à souhaiter qu'un amateur éclairé, émule

de Mme Élisa de Vilmorin, fasse une collection aussi complète que possible et bien classée des Fraisiers d'Europe et d'Amérique, qu'il consacre une partie de son temps à reproduire méthodiquement les hybrides de Knight et de Barnet, qu'il compare ses obtentions aux individus qui ont gagné la faveur du public au cours du siècle dernier. Il y trouverait de grandes satisfactions et ne tarderait pas à doter l'humanité de nombreuses et importantes nouveautés dont l'histoire bien connue servirait d'exemple pour l'éducation de nos horticulteurs. N'est-ce pas ainsi qu'opère sur une échelle grandiose M. Luther Burbank? Ses hybridations de Pruniers lui ont acquis une grande célébrité et une belle fortune.

BIBLIOGRAPHIE

CH. LINNÉ. — *Philosophie botanique*, 1835, in-8°.

DUCHESNE. — *Histoire naturelle des Fraisiers*, 1766, in-12.

LAMARCK et POIRET. — *Encyclopédie méthodique*, 1800-1808. Botanique, 8 vol. in-4°.

The Horticultural Transactions. London. 20 vol. in-4°, 1810-1820, renferme l'exposé des travaux des sélectionneurs anglais A. KNIGHT, BARNET, HERBERT, etc. résumés çà et là dans l'ouvrage suivant :

DARWIN. — *Variations des animaux et des plantes*, 2 vol. in-8°, 1868.

J. GAY. — Recherches sur les caractères de la végétation du Fraisier et sur la distribution géographique de ses espèces. (*Ann. Sc. Nat.*, 1858, 4e série, t. VIII).

MME ÉLISA DE VILMORIN. — *Le Fraisier*, 1860, gr. in-4° dans DECAISNE, *Jardin fruitier du Muséum*, 44e livraison.

COMTE DE LAMBERTYE. — *Le Fraisier*, Paris, 1864, in-8°, 392 p.

JORDAN. — *Observations sur plusieurs plantes nouvelles, rares ou critiques de la France*, 7 fascicules, Lyon, 1846-1849.

JORDAN. — *Diagnoses d'espèces nouvelles et méconnues*, I, in-8°, 1864.

JORDAN ET FOUREAU. — *Icones ad Floram Europæ*, 1870.
A. DE CANDOLLE. — *Origine des plantes cultivées*. Paris, in-8°, 1883.

Sur la notion d'espèces élémentaires et de variétés, consulter :

JORDAN. — *Origine des diverses variétés ou espèces d'arbres fruitiers*, 1852.
CH. NAUDIN. — *Les espèces affines et la théorie de l'évolution*, 1873.
HUGO DE VRIES. — *Espèces et variétés, leur naissance par mutation*, in-8°, 1908.
BLARINGHEM. — La notion d'espèce, *Revue des Idées*, 1905, n° 17.
BLARINGHEM. — La notion d'espèce et la disjonction des hybrides d'après Charles Naudin, *Progressus rei botanicæ*, t. IV, 1911, 81 p.
BLARINGHEM. — *Les transformations brusques des êtres vivants*. Flammarion, 1911, in-12, chap. VI.

CHAPITRE III

Les lignées pures et pédigrées.

Homogénéité des lots de plantes multipliées par boutures à partir d'un seul individu; comparaison des plants de Fraisier provenant de marcottes et issus de graines autofécondées; modifications somatiques et variations germinales. — Définitions d'une lignée pure, d'une lignée pédigrée. — Cultures pures de bactéries d'après Pasteur; extension de cette notion aux lignées homogènes.

Application de la notion de lignée pure pédigrée à la sélection des semences; travaux de M. Th. de Neergard, de M. N. Hjalmar Nilsson au Laboratoire de Svalöf (Suède). — Découverte des lignées pures de Céréales, de Légumineuses et de Graminées de prairies; méthodes de préparation et de contrôle. — Procédés analogues adoptés aux États-Unis pour la sélection du Blé, en France pour la sélection des Orges de Brasserie. — Avantages qu'offre l'emploi des lignées pures pour l'étude des problèmes agricoles, pour la régénération des semences altérées, pour la lutte contre les maladies parasitaires.

La multiplication par boutures ou par greffes d'un individu d'élite est sans aucun doute le meilleur moyen de conserver les qualités du type; c'est aussi le procédé le plus sûr pour obtenir un groupe de plantes uniformes destinées à l'étude des nombreuses modifications que produisent les agents naturels, le climat, la fumure et diverses pratiques agricoles telles que le greffage et les repiquages répétés. Dans ses expériences sur l'action comparée du climat en montagne et en plaine, M. G. Bonnier a eu soin de prendre comme sujets des fragments d'un même individu, qu'il a ensuite cultivés par comparaison dans les stations extrêmes, et cette précaution était indispen-

sable surtout pour l'étude des réactions des plantes sauvages, dont les variations, les formes locales, les espèces élémentaires quoique peu connues ne sont pas moins nombreuses que celles des plantes cultivées.

De même, certains sélectionneurs modernes de la Betterave à sucre ont soin de fragmenter l'individu d'élite en autant de morceaux qu'il y a d'yeux sur la couronne, de greffer ces bourgeons sur des tubercules ordinaires pour en obtenir une semence qui offre les qualités recherchées. Cette méthode, connue en Allemagne sous le nom de « Stecklingsmultiplication » et propagée en France avec des perfectionnements par M. Gorain, de Boulogne-sur-Mer, repose sur l'idée juste, bien que discutée, d'après laquelle les repiquages, les bouturages et les greffages n'entraînent pas, chez la progéniture, des changements comparables à ceux qui résultent de la propagation par semences.

S'il est recommandé aux sélectionneurs et aux producteurs de nouveautés de Fraisiers d'avoir recours aux semis, pour les jardiniers au contraire, qui désirent obtenir à peu de frais et sans tâtonnements une belle plate-bande de Fraisiers des Quatre-Saisons, nous recommandons sans aucune restriction la pratique des marcottes et des bouturages répétés à partir d'une plante choisie. Cette multiplication se fait d'ailleurs sur une grande échelle depuis un siècle ou deux, car je ne crois pas qu'aucun jardinier préfère l'introduction de nouvelles formes sauvages dont les qualités sont douteuses aux individus améliorés qu'on se procure à peu de frais chez les collègues ou chez les pépiniéristes.

Le Fraisier des Quatre-Saisons ne paraît donc pas souffrir ni dégénérer à la suite de la multiplication intensive d'un individu unique, et il est facile d'étendre à cette plante la notion de culture pure telle que Pasteur l'a conçue pour les bactéries et pour les levures.

Auparavant nous pouvons constater que le Fraisier des Quatre-Saisons porte des fleurs hermaphrodites; le réceptacle charnu qui devient la fraise est couvert de nombreuses petites graines (ou akènes) qui proviennent de la croissance et de la métamorphose d'autant de carpelles fermés en ovaires globuleux et fertiles après leur pollinisation. Dans cette espèce de Fraisier, le réceptacle est lui-même entouré, à l'épanouissement des fleurs, d'une couronne d'étamines (ce n'est pas le cas ordinaire des autres Fraisiers sauvages où l'on trouve souvent de fortes proportions de plantes mâles et de plantes femelles par avortement des organes de l'un ou de l'autre sexe) pouvant fournir pour chaque fleur le pollen nécessaire à la fécondation. En cultivant un seul lot de Fraisiers des bois provenant tous d'un pied unique multiplié par coulants, on sait donc obtenir à la fois de nouvelles marcottes, fragments de l'individu, et des graines résultant nécessairement de l'autofécondation, puisqu'on ne possède qu'un seul individu en culture.

Le semis de ces graines autofécondées fournit en général des plantes qui diffèrent notablement entre elles par la vigueur, par l'aspect plus ou moins jaunâtre du feuillage, par la productivité, par la précocité ou par la tardivité de la floraison, etc. La progéniture autofécondée du Fraisier des bois cultivé, même régularisée par un choix prolongé, est toujours plus polymorphe que la masse des fragments du seul individu qui constitue le point de départ.

Nous savons donc distinguer des variations de différentes amplitudes, même dans les produits d'un individu unique. Les moins sensibles seront le résultat des conditions ambiantes qui modifient la croissance; elles traduiront l'effet de la fumure, de l'eau, de la lumière disponible, de l'âge relatif des plantes; elles correspondent dans notre exemple à de légères différences dans la vigueur des plants de Frai-

siers de la plate-bande obtenue par la multiplication des marcottes de l'individu initial. Ainsi, les plants situés au centre de la plate-bande ont une taille réduite qui fait contraste avec la vigueur des plants de bordure qui ont plus d'espace et de nourriture. Nous pouvons appeler ces variations, des *modifications* (1) *habituelles* ou *somatiques* par opposition avec les variations plus considérables qu'on note après la rénovation sexuelle de l'individu, même autofécondé.

Pour étudier l'amplitude de celles-ci, il est indispensable de faire des cultures étendues à partir de plusieurs plantes issues de graines de la plate-bande initiale. Dix individus choisis parmi les plus faibles et parmi les plus vigoureux seront multipliés chacun sur sa propre plate-bande et on pourra observer sur eux des modifications somatiques analogues à celles des fragments maternels. Notant ensuite les divergences que chaque lot fils présente avec le lot initial, on aura une expression assez exacte de la variabilité qui est due à la reproduction par graines. Ces *variations germinales* peuvent être telles qu'il soit impossible ou difficile de les exprimer par les mêmes mots, de les évaluer avec les mêmes unités que les modifications somatiques ; dans ce cas on ne peut parler d'homogénéité, de régularité, de lignée pure. Mais il arrive parfois que ces variations sont de l'ordre des modifications somatiques, plus accentuées sans doute mais de même nature ; les lignées qui présentent cette qualité sont rares, il faut souvent les chercher pendant des années, mais elles constituent un matériel de choix pour des études scientifiques.

Pratiquement, on se rend compte de l'identité de nature des variations germinales et des modifications somatiques, en constatant pour chaque fragment de plante que toutes les différences peuvent s'addi-

(1) L'emploi du terme *modifications* est conseillé par les auteurs allemands et en particulier par M. Früwirth (1910).

tionner ou se retrancher, car les opérations addition et soustraction ne sont possibles que pour des qualités ou pour des caractères de même nature.

Dans le groupe des Fraisiers, on peut comparer par exemple les *Fraisiers Gaillon*, issus de semis puisqu'ils ne donnent pas de coulants, aux Fraisiers des Quatre-Saisons ordinaires. Il est très rare que les descendants d'un Fraisier Gaillon diffèrent entre eux par des variations qu'on ne saurait trouver sur les plants obtenus par le marcottage répété d'un seul individu de Fraisier des Quatre-Saisons.

On donne le nom de *lignées pures* aux lots de *plantes issues d'une plante unique dont les descendants* et les fragments de descendants, de quelque génération que ce soit, *n'offrent pas entre eux de différences plus grandes que celles qu'on peut trouver entre les fragments d'un seul individu* multiplié à l'infini.

On conçoit qu'il puisse exister des lignées pures de plantes dont on ne connaît pas l'ascendant supposé unique. Il suffit que tous les observateurs, jardiniers et botanistes, soient d'accord pour ne trouver aucune variation notable, différente des modifications somatiques, dans un lot fort considérable d'individus.

Parfois même, s'il s'agit de plantes exotiques introduites récemment et bien qu'il ne soit pas possible de rapporter l'ensemble à un ascendant, on est en droit de considérer l'ensemble de l'espèce comme une lignée pure. Tel est le cas de l'Épinard de la Nouvelle-Zélande (*Tetragonia expansa* Murray), légume fort répandu et introduit en Europe en 1772 par Joseph Banks; on n'en a obtenu encore aucune variété et on peut sans arrière-pensée utiliser cette plante pour des expériences dont la rigueur dépend en partie de la pureté du matériel d'étude. Bien que les lots du commerce ne soient pas des lignées pures, il y a un nombre très élevé de chances pour qu'ils se comportent comme telles.

Lorsque l'ascendance d'une famille homogène est connue sans discontinuité, on dit que l'on possède une *lignée pure et pédigrée.*

Il est facile d'en obtenir rapidement à partir d'espèces qui supportent l'autofécondation :

On choisit une dizaine de plantes qu'on élève en pots; on les isole une à une de tout individu du même genre pendant la période de floraison. On peut même se contenter d'isoler les inflorescences de plantes élevées en plate-bande dans des sacs de papier parcheminé hermétiquement fermés, pour empêcher l'apport, par le vent, par les insectes, par les limaces, du pollen d'autres plantes du même genre (fig. 15). Puis, semant à part les graines de ces dix plantes, on obtient quelques lots plus irréguliers et d'autres aussi réguliers que ceux obtenus par le bouturage des parties d'un seul individu. Les premiers seront supprimés; pour chacun des autres, on répète l'épreuve de l'homogénéité sur la descendance de dix individus pris au hasard, et ainsi de suite, en ne conservant que les lots homogènes. Les lignées qui n'ont pas montré de déviation notable pendant cinq générations successives (ce qui fait porter l'examen sur 10^4 descendants, c'est-à-dire 10.000 individus), peuvent être regardées comme pures. Si l'on a pris soin de conserver des notes sur les ascendants successifs et sur les conditions de leur culture, on posséde aussi le *pédigrée* de ces lignées.

La notion de lignée pure, dont les applications à l'amélioration des plantes sont récentes, n'est autre chose qu'une adaptation aux végétaux supérieurs des découvertes de Pasteur relatives à la culture des êtres inférieurs (levures, champignons, algues et bactéries).

La technique des cultures pures de bactéries comprend deux phases :

On doit d'abord préparer une enceinte stérile ren-

fermant le milieu nutritif; dans notre cas, cette opération équivaut à l'élimination du jardin d'expérience et des jardins voisins de tous les individus qui peuvent être confondus avec les plantes à l'étude. Beaucoup d'erreurs résultent de négligences dans l'observation de cette règle. Dans la grande majorité des pépinières et dans les collections des horticulteurs, les mélanges se produisent dans le jardin, aux époques de la récolte et des semailles, puis dans les greniers où l'on conserve les graines.

Il faut ensuite ensemencer la plate-bande avec une graine pure. Pasteur réussit à préparer ses cultures pures de bactéries en diluant les mélanges de microbes dans un bouillon stérile, dont la quantité fut calculée pour qu'une seule goutte renfermât une seule cellule au moment de son ensemencement dans le milieu stérile. Cette cellule est l'équivalent de l'individu unique de Fraisier que nous avons pris comme point de départ pour l'examen de l'ampleur des modifications somatiques. Dans certaines limites expérimentales, et en renouvelant le milieu nutritif, la division de cette seule cellule donne des cultures composées de milliards de cellules, toutes comparables entre elles.

Les microbes dont Pasteur a étudié la croissance n'ont pas de reproduction sexuée et on ne peut en obtenir à proprement parler de lignée pure. Le mot lignée sous-entend une ascendance avec rénovation sexuelle du protoplasma, rénovation qui n'a pas lieu, on le croit du moins, dans le groupe des bactéries. Toutes les modifications notées à partir de bactéries en culture pure sont donc d'ordre somatique et elles peuvent d'ailleurs être assez importantes. De même, les modifications somatiques des lots issus de l'individu Fraisier Saint-Joseph sont notables. Une multiplication répétée depuis vingt ans en a permis la propagation dans les pépinières et beaucoup de jardins d'ama-

teurs; certains plants sont peu fertiles à cause du terrain sec; d'autres, plantés en terre humide, donnent des fruits moins parfumés. Ces modifications sont comparables à l'atténuation de virulence, à la disparition de la faculté de sporuler que les bactériologistes savent provoquer artificiellement chez quelques formes bien connues de microbes.

Pour être autorisé à parler de lignées pures de végétaux supérieurs, en conservant au mot *pur* le sens qui domine tout le travail de Pasteur et au mot *lignée* le sens d'une parenté par voie de descendance sexuelle, il est nécessaire d'établir que leurs modifications somatiques sont de la même nature que leurs variations germinales, que les unes et les autres se confondent à l'amplitude près. Cette preuve n'a pas été établie, à ma connaissance, pour les Fraisiers reproduits par semis des graines, ou multipliés par marcottage des coulants ; mais j'ai pu la donner pour deux groupes de plantes très différentes. Il serait facile de l'étendre à d'autres espèces et à d'autres variétés.

Avec les Blés d'hiver, qu'on élève ordinairement à partir de graines, j'ai adopté la méthode suivante : Soixante graines autofécondées, provenant d'une plante choisie dans un groupe homogène, ont été plantées de bonne heure en terreau bien fumé et humide qui a provoqué leur tallage. Les dix plantes les plus vigoureuses furent fragmentées en décembre et repiquées avec quelques précautions ; les autres restèrent intactes. A la floraison, toutes les plantes et fragments de plantes offraient le même aspect, avec les mêmes proportions de talles très élevés et défleuris, de talles un peu plus courts en floraison (glumelles écartées), de talles plus courts et non fleuris encore. Six mois après la division, les fragments de plantes ne se distinguaient plus des plantes entières.

Pour m'assurer de l'homogénéité par des mesures

j'ai comparé les épis des plantes ayant subi des traitements différents. J'ai pu vérifier que les chaumes les plus élevés des fragments de plantes ne le cédaient en rien, ni pour le nombre des épillets, ni pour la compacité de leurs épis, aux chaumes les plus élevés de plantes intactes. Autrement dit, les fragments des plantes préparés de bonne heure, dans des conditions favorables à leur croissance végétative, se comportent exactement de la même façon que des plantes entières (1).

J'ai obtenu des résultats du même ordre, mais portant sur d'autres caractères, dans l'étude de quelques variétés de Tabac (*Nicotiana Tabacum*).

Une lignée de Tabac du Nord, étudiée au point de vue de ses variations depuis 1908, a été en 1910 l'objet des opérations suivantes :

Les plantes choisies pour la production des graines ont fleuri à l'abri des fécondations étrangères (fig. 15, *t*) et leurs graines mûres ont été récoltées vers le 15 octobre (lot 1).

A cette date, à cause de la saison humide, les pieds mères donnèrent des pousses vigoureuses ; pour les conserver, je les ai fait mettre en pots et plus tard à l'abri du froid dans une serre tempérée ; ils continuèrent à végéter, fleurirent et donnèrent une seconde récolte de graines en janvier 1911 (lot 2).

Enfin, au printemps 1911, les pieds protégés du froid donnèrent des pousses nouvelles qui fournirent autant de boutures repiquées en pleine terre (lot 3).

Les plantes issues des boutures furent toujours moins vigoureuses que les plantes élevées dans des

(1) Cette expérience montre aussi que la présence d'une tige plus vigoureuse et en avance sur les autres empêche les dernières venues d'acquérir une taille élevée et de porter de gros épis ; c'est un phénomène d'inhibition analogue à celui qu'exerce la flèche des Conifères sur le développement des rameaux de second ordre, dont Errera (1907) a donné de beaux exemples.

conditions identiques à partir du semis des graines des lots 1 et 2, mais ces différences sont dues exclusivement à la nutrition. Par des analyses des feuilles et des tiges sèches récoltées à la fin de l'été 1911, puis sur les descendants de ces trois lots en 1912, on

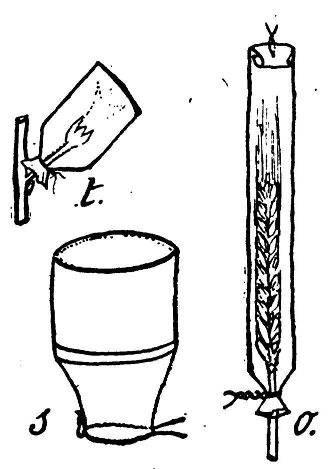


Fig. 15. — Sacs d'isolement en papier parcheminé ; en *s*, sac ouvert pour une grappe de Tabac ; en *t*, sac fermé sur une fleur de Tabac ; en *o*, tube fermé sur un épi d'Orge.

put s'assurer que les feuilles de diverses origines renfermaient des quantités comparables de nicotine et d'eau. Or, ces quantités varient beaucoup selon les variétés cultivées. La lignée de Tabac du Nord en question s'est donc comportée comme une lignée pure.

Pour les exemples dont il vient d'être question, et il serait facile de faire l'épreuve avec d'autres plantes, les modifications somatiques sont exactement de la même nature que les variations germinales. Les différences constatées à diverses époques entre les plantes issues de graines et les fragments de plantes sont exclusivement dues à la nutrition plus ou moins active des tissus jeunes et des tissus âgés. Des varia-

tions du même ordre se produisent à partir de cultures pures de microbes selon que l'ensemencement en est fait à partir de cultures jeunes ou de cultures vieilles. La comparaison entre les deux catégories de faits : cultures pures de microbes dérivés d'une cellule unique, lignées pures de végétaux supérieurs issus d'un individu unique autofécondé et bouturé à l'infini, se poursuit donc jusque dans le détail des applications ; elle est logique et ne paraît en contradiction avec aucun fait précis.

La notion moderne de lignée pure, dérivée de la notion de corps pur qui prévalut en chimie après les découvertes de Lavoisier, doit introduire en biologie et en agriculture la précision et les méthodes de contrôle qui préparent les grandes découvertes. La thérapeutique, les conditions de lutte contre les maladies ont été bouleversées par les travaux de Pasteur. Quels progrès ne peut-on attendre de l'application de la notion de lignée pure à l'amélioration des êtres vivants ?

En chimie comme en médecine, les applications pratiques de la notion de pureté ont marché de pair avec sa découverte ; en agriculture, les applications ont précédé l'exposé théorique de la notion de lignée pure. Les travaux de M. N. Hjalmar Nilsson à l'Institut de Svalöf (Suède) sont, dès 1892, une adaptation méthodique et rigoureusement scientifique de principes qui ne furent clairement exposés qu'en 1900 par M. Hugo de Vries, puis en 1903 par M. Johannsen, professeur de physiologie végétale à Copenhague. Tous deux rendent d'ailleurs hommage au génial expérimentateur suédois qui leur a fait connaître ses procédés ; les premières études de génétique de M. Johannsen ne sont en définitive qu'un exposé scientifique de faits entrés dans la pratique courante à Svalöf dix ans plus tôt et dans les circonstances suivantes.

En 1886, sur l'initiative de grands propriétaires du sud de la Scanie, M. de Neergaard organisa à Svalöf, petit village au nord de Lund, une *Société d'études des semences locales*. Cet agronome distingué inventa des trieurs perfectionnés, des balances automatiques, des classeurs divers avec l'objectif précis de régulariser la végétation des céréales cultivées dans la région ; avec beaucoup de perspicacité, il découvrit sur les épis de Blé, sur les grains de l'Orge, sur les panicules de l'Avoine, plusieurs caractères morphologiques importants qui lui permirent de faire une classification commode et judicieuse des Céréales de la Suède méridionale. Il découvrit les petites espèces de



Fig. 16. — Grain de l'Orge à deux rangs à épis dressés du type *a*, montrant la base en bourrelet et l'axe d'épillet couvert de poils longs.

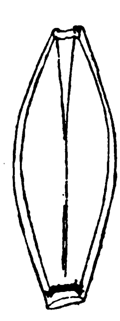


Fig. 17. — Grain de l'Orge à deux rangs à épis dressés *a* avec plan de symétrie, base d'attache en bourrelet et nervures dorsales latérales lisses.

Céréales, notant, comme Jordan l'avait fait à Lyon, des divergences d'aspect et de croissance de certaines formes, précisant l'ampleur de ces différences à l'aide d'instruments de mesure, découvrant enfin quelques caractères ornementaux peu saillants, mais d'une importance capitale au point de vue pratique, puisque leur présence ou leur absence est corrélative de qualités agricoles et économiques de premier ordre.

Ainsi, dans le groupe des Orges à deux rangs à épis arqués, M. de Neergard reconnut que les poils dressés (fig. 16) qui ornent l'axe de l'épillet fixé à la face centrale du grain mûr étaient toujours corrélatifs d'une maturité précoce, que les poils cotonneux et frisés (fig. 18) des mêmes organes indiquaient une maturité tardive avec production de grains ronds, très farineux. Plus tard, ayant eu l'occasion de faire un examen analytique des Orges françaises à deux rangs, j'ai pu montrer que la présence d'épines sur les nervures de la face dorsale des grains (fig. 19)

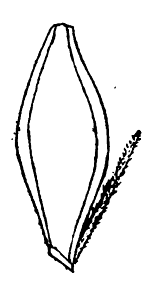


Fig. 18. — Grain de l'Orge à deux rangs à épis arqués, montrant la base en biseau et l'axe d'épillet couvert de poils courts cotonneux.

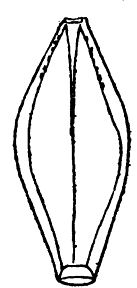


Fig. 19. — Grain de l'Orge à deux rangs à épis arqués, avec plan de symétrie, base d'attache en biseau et nervures dorsales latérales couvertes d'épines.

indiquait à la fois une maturité précoce et une qualité médiocre pour la brasserie. Ces règles, par leur simplicité même, jouent un rôle important dans l'appréciation des qualités disponibles sur le marché et guident le choix fort incertain des acheteurs. En appliquant ses découvertes à la sélection des Céréales suédoises, M. de Neergard contribua pour une bonne part à étendre la renommée des semences des pays du Nord qui trouvent actuellement des débouchés dans toute l'Europe centrale à des prix fort élevés.

M. de Neergard s'assura donc par des semis répétés

que ces caractères morphologiques étaient totalement héréditaires, qu'ils définissaient de véritables espèces élémentaires, mieux délimitées peut-être que les formes de Violettes et de Fraisiers étudiées par Jordan, puisque les caractères distinctifs étaient bien tranchés et précis, pouvant servir au contrôle des semences sur échantillon.

En éliminant de la culture du Sud de la Suède les nombreuses formes dont la fixité était incertaine et incomplète en ce qui concerne ces caractères, il obtint évidemment des lots de Céréales plus homogènes que par le passé, mais il fut obligé de restreindre chaque année le nombre des types en culture. Au total, si les variétés épurées étaient plus régulières, plus homogènes et pouvaient être garanties comme provenance et comme qualité, leur nombre était trop faible et leurs qualités agricoles trop peu saillantes pour qu'elles réussissent à supplanter les variétés plus communes cultivées dans toute la Suède.

Le directeur actuel de la Station de semences de Svalöf, M. N. Hjalmar Nilsson, prit la succession de M. de Neergaard en 1890. Botaniste de talent et très documenté sur les richesses de la flore naturelle suédoise, il ne tarda pas à se rendre compte que l'élimination des variétés impures conduirait rapidement le laboratoire à l'inaction, car le matériel était limité.

Sous le climat varié et relativement favorable aux Céréales de l'Europe occidentale, les variétés agricoles se comptent par centaines et le procédé rigoureux d'épuration de M. de Neergaard aurait pu s'exercer durant quelques dizaines d'années sans épuiser les formes disponibles (1).

(1) A plusieurs points de vue, on peut même regretter que ce travail n'ait pas été exécuté ; il nous fournirait de précieuses indications sur les tendances des variétés locales, sur leurs besoins et leur avenir, agricole ou industriel. Il y a en effet

Le climat de la Suède est très froid durant l'hiver, assez chaud l'été, et un petit nombre seulement de sortes peuvent y prospérer. Le principal objet de l'amélioration des Céréales suédoises est la résistance aux grands froids des Blés d'automne dont nous avons à peine à nous préoccuper, puisque chez nous les Blés de printemps sont de plus en plus cultivés ; le printemps est trop court en Suède pour que ceux-ci y donnent les forts rendements rémunérateurs.

M. Nilsson dut donc faire une révision sérieuse des variétés qui avaient été éliminées par M. de Neergaard à cause de leur irrégularité. Dès 1889, il s'attacha à cultiver les meilleures et put constater que leur dépréciation résultait souvent de quelques impuretés. Au lieu de détruire les plantes étrangères, M. Nilsson eut soin de les récolter à l'époque de leur maturité, puis de semer leurs graines à l'automne suivant pour en obtenir des descendances plus abondantes et en étudier les qualités. Il reconnut bientôt, par l'examen des parcelles en expériences, que les lots réguliers dérivaient toujours d'une seule plante.

Ainsi la méthode si laborieuse de M. de Neergaard,

de grandes différences entre les *Catalogues synonymiques des Variétés de Blés* de Vilmorin, la classification artificielle et plus précise seulement en apparence de Körnicke et le travail méthodique de la recherche des variétés pures de céréales suédoises tel que l'avait conçu M. de Neergaard. En s'attachant aux seuls lots qui reproduisent fidèlement par le semis quelques caractères précis, M de Neergaard avait surtout en vue la découverte de corrélations entre des particularités morphologiques et des qualités physiologiques ayant un intérêt agricole. Il reconnut par exemple que toutes les Orges à deux rangs à épis arqués dont les grains présentent un axe d'épillet plumeux (fig. 18) ne pouvaient donner de bons résultats que dans les terres profondes et assez humides, tandis que les Orges dont l'axe de l'épillet est couvert de poils lisses (fig. 16) réussissent parfaitement dans les terrains calcaires relativement secs.

qui avait pour principal objectif la suppression de tous les individus divergents de la moyenne, ne donnait pas, au bout de six années, des résultats aussi nets que le simple isolement de la descendance d'une seule plante. Le Blé, l'Orge, l'Avoine, les Pois et les Vesces, qui supportent l'autofécondation indéfinie sans dégénérer, fournirent, dès 1893, des preuves décisives de la valeur de la méthode.

En 1890, en plus des essais ordinaires, M. Nilsson avait en culture 30 descendances de plantes étrangères aux variétés sélectionnées ou en mélange avec elles; en 1891, il en suivit 291, et leur nombre fut porté à 1.000 l'année suivante. Cinq pour cent environ des Blés d'automne offrirent une uniformité tout à fait caractéristique, et tous dérivaient d'un seul épi. Le principe de la culture pédigrée était découvert.

En 1893, un essai d'ensemble portant sur plus de 2.000 numéros différents élevés de plantes bien caractérisées donna des résultats si nets, que depuis cette époque le procédé dit de culture pédigrée (culture séparée à partir d'une seule plante) fut seul adopté comme travail préparatoire de l'amélioration. Grâce à cette méthode, la station expérimentale de Svalöf était, dès 1896, en état de présenter au Concours général suédois d'agriculture de Stockholm plusieurs centaines de formes bien stables et cultivées en grandes parcelles pour le choix définitif.

La période d'amélioration, telle qu'elle résulte de ces essais, comprend en tout quatre phases. Les épreuves débutent par des cultures d'observation ayant pour objet l'examen de la descendance de plantes isolées à la génération précédente dans le matériel à perfectionner. Quelques-unes des descendances sont homogènes ; beaucoup parmi les irrégulières sont manifestement des hybrides et d'autres sont des formes instables dont l'origine est douteuse ; les premières seules sont conservées pour la sélection agricole, car il faut avant tout offrir à l'agriculteur

des semences à caractères stables qu'on peut garantir et qu'on sait contrôler.

Au début de l'application de la sélection pédigrée, le nombre des lignées disponibles est assez élevé pour qu'on puisse rejeter toutes les lignées offrant un défaut (tardivité, avortement partiel des fleurs, faible résistance au froid et aux maladies). Les lignées les plus remarquables passent seules à la série dite de *contrôle;* elles sont cultivées sur une étendue assez vaste pour permettre de constater le maintien de leurs qualités.

Du petit nombre des lignées qui ont satisfait au contrôle pendant plusieurs années, les meilleures, ou celles qui répondent le mieux à un besoin urgent, passent alors dans la catégorie des *cultures comparées*, où le sélectionneur vérifie naturellement la transmission intégrale des qualités héréditaires, mais se préoccupe aussi de la productivité relative après divers traitements (fumures différentes, semailles et récoltes précoces ou tardives etc.). Enfin, les lignées remarquables sont remises pour la *multiplication* à la *Société d'achat et de vente des semences de Svalöf*, dont les opérations sont d'ailleurs contrôlées chaque année par les agents de la Société d'études.

Le principal but du laboratoire de sélection des semences suédoises est donc de fournir à une Société d'achat et de vente, et aux nombreux agriculteurs suédois qui participent aux dépenses par des cotisations, des semences meilleures des principales variétés de Céréales : Blé, Avoine, Orge, des Légumineuses alimentaires et fourragères : Pois et Vesces, des Graminées destinées à l'ensemencement de prairies artificielles et naturelles, etc. Toutes ces plantes naturellement autofécondées se prêtent à l'étude en lignées pures pédigrées et les précautions à prendre pour les conserver consistent uniquement en soins de propreté fort minutieux. Il faut éviter les mélanges à la récolte, au battage, au triage et même aux

semailles. Il est indispensable aussi d'isoler les parcelles destinées à l'ensemencement des lignées d'une espèce de Céréales et l'on emploie pour cela des lignées d'une autre espèce de Céréales; les Blés d'hiver sont séparés les uns des autres par de larges bandes de Seigle, les Blés de printemps et les Orges par des bandes d'Avoine, et réciproquement.

Ces procédés sont actuellement adoptés par tous les établissements de sélection de Céréales en Europe, en Amérique, en Australie, dans l'Inde. La technique ne diffère que par le détail, et presque toujours aussi par le contrôle à chaque génération des semences distribuées. A ce point de vue, le régime imposé par le laboratoire de Svalöf à la Société d'achat et de vente est très rigoureux puisqu'il refuse la garantie à toute semence offrant 1 pour 100 d'impuretés et plus.

La sélection elle-même diffère selon les pays. A Svalöf, elle repose sur une étude en bloc des notes consignées sur les fiches de contrôle et sur les fiches de cultures comparées qui constituent l'histoire de chaque lignée pédigrée. Le petit nombre des lignées qui méritent une culture de multiplication deviennent des *sortes;* on donne à chacune un nom et un numéro d'ordre résumant les principales qualités et rappelant leur origine, lorsqu'elle est connue.

Les Américains, sous l'influence de M. W. M. Hays, tiennent compte avant tout du « centgener power », c'est-à-dire de la puissance productive de cent descendants; les lignées ne sont pas jugées d'après les qualités du progéniteur, mais seulement par les qualités des enfants. Dans les États-Unis, où de grandes étendues sont particulièrement bien adaptées à la culture des Céréales, on a pu négliger l'influence de défauts qui seraient éliminatoires sous un climat plus rude; jusqu'ici on n'a eu en vue que l'augmentation des rendements, et quelques années de sélection des lignées pures ont permis de substituer aux Blés vul-

gaires du Minnesota *Blue Stem* et *Fife*, leurs dérivés pédigrés *Minnesota* n° 163 et *Minnesota* n° 169, dont l'emploi augmente le rendement moyen d'au moins 10 pour 100. Il est évident que ces améliorations ne sont valables que pour les pays où les épreuves ont été réalisées.

La préparation de lignées pures à partir de variétés de céréales françaises a été limitée jusqu'ici à la sélection de sortes recherchées par les industriels. Ce sont des brasseurs et des malteurs qui ont reconnu les premiers, en France, les avantages considérables que présente pour l'industrie de la bière l'emploi de graines provenant de sortes pures pédigrées. Les progrès dans la brasserie provoqués par les découvertes de Pasteur sont immenses et adoptés par toutes les exploitations importantes ; il est difficile de trouver actuellement des brasseries qui n'emploient pas, avec un outillage moderne, des levures pures pour la fermentation des moûts. La régularité des transformations qu'elles provoquent, la sécurité des opérations qui peuvent être étudiées à l'avance et sur de petites quantités au laboratoire annexé à la brasserie permettent d'utiliser les perfectionnements apportés aux chaudières et aux cuves de fermentation dont on sait régler la température à un degré près. La suppression des maladies et des fermentations secondaires, l'emploi d'une levure saine toujours la même assurent aux produits d'une même usine des qualités d'arome, de force et de limpidité constantes qui conviennent à la clientèle.

Mais, en certaines années, l'impossibilité de se procurer des quantités suffisantes d'Orges de bonne qualité pour la préparation d'un malt homogène entrave encore trop souvent la marche régulière des opérations.

En 1902, le comité directeur du Syndicat des brasseurs français eut connaissance des travaux exécutés à Svalöf ; deux délégués, M. Ad. Kreiss, adminis-

trateur des Brasseries de la Meuse et M. Petit, professeur à la Faculté des sciences de Nancy, furent chargés de visiter le Laboratoire d'essais de semences de Svalöf et d'introduire des sortes d'Orges pédigrées suédoises dans quelques centres de production français. Les essais de maltage ayant donné des résultats avantageux, les mêmes brasseurs se groupèrent en une *Société d'encouragement de la culture des Orges de brasserie* (1903) ayant pour objet de propager en France la culture des sortes pures.

En moins de dix années, on reconnut que certaines sortes de Svalöf pouvaient donner d'excellents produits dans notre pays. L'Orge *Prinzess*, par exemple, dont la maturation est un peu tardive, ce qui est un défaut pour la Suède, réussit fort bien dans l'Indre où elle donne des rendements en quantité et en qualité tout à fait inattendus. En Champagne, les sortes suédoises dégénèrent rapidement, surtout après des étés chauds (1907, 1911); l'Orge pure *Bohemia*, sélectionnée pour la Hongrie par M. Nolc, est mieux adaptée au sol calcaire et sec de cette province et une pédigrée nouvelle, préparée par mes soins, à partir de variétés cultivées depuis longtemps aux environs de Vitry-le-François, donne encore de meilleurs résultats ; la Société d'encouragement la propage actuellement sous le nom d'Orge *Sarah* dans l'Aube et dans les environs de Saumur. Dans la Mayenne, la Sarthe et le Maine, une nouvelle sorte pure d'origine locale, l'Orge *Comtesse*, se substitue peu à peu aux variétés indigènes moins avantageuses pour l'agriculteur et pour l'industriel ; dans le Centre, l'Allier et le Puy-de-Dôme, le *Chevalier français III*, de même origine que le *Chevalier II de Svalöf*, réussit mieux que ce dernier ; il y donne des récoltes plus abondantes parce qu'il est un peu plus tardif. Ces résultats sont toujours très nets ; brasseurs, malteurs et agriculteurs ont intérêt à les connaître, car tous en retirent des avantages.

L'emploi des sortes pures pédigrées en agriculture peut fournir la solution de problèmes fort importants qu'il serait difficile d'aborder avec les variétés ordinaires. Après les triages préparatoires et les contrôles dont elles sont l'objet pendant plusieurs générations, elle conservent une homogénéité de croissance tout à fait comparable à celle des plants de Fraisiers provenant de la multiplication d'un individu unique. C'est donc un matériel de choix pour des expériences, pour des essais qui doivent mettre en évidence l'action d'une nouvelle fumure, ou les avantages de nouveaux procédés de culture. Ainsi, les sortes pures devront être préférées à tout autre matériel pour les épreuves d'engrais dits catalytiques, dont l'emploi n'est pas toujours utile.

J'ai eu l'occasion à plusieurs reprises de comparer des lots d'Orge *Prinzess* dont les semences avaient été récoltées la même année, mais à des époques différentes, à Svalöf en Suède, à Bourg-la-Reine près de Paris, à Vitry-le-François en Champagne, dans l'Orléanais, dans l'Indre, dans la Haute-Loire et aussi en Algérie. Les récoltes de ces différentes origines ont des aspects assez distincts pour qu'on réussisse à les séparer, et même, des personnes habituées à ce genre de diagnose sont capables d'indiquer l'origine de chaque lot. Les grains récoltés en Suède sont presque toujours fortement teintés de gris ou de brun, leurs enveloppes sont peu ridées; les grains de la Haute-Loire sont très blancs si l'été est sec, presque toujours gros et bombés parce que la maturation y est lente; les grains de Champagne sont blancs, finement ridés, mais un peu allongés, la maturation trop rapide sur les sols calcaires entraînant ce défaut. Dans les années humides pour l'Algérie, les Orges Prinzess qui y sont récoltées offrent la taille et l'aspect des grains d'Orges récoltés en années sèches dans l'Indre, mais les légères taches brunes de la base des grains sont une trace indélébile d'Orges récoltées peu

de temps après la pluie et trahissent leur origine; de même, les grains de l'Orge *Prinzess* récoltés en année sèche en Algérie sont grêles comme ceux de la Champagne, quoique différents de ces derniers par leurs pellicules plus épaisses et moins ridées. Il n'est point nécessaire d'être botaniste pour faire cette distinction; les agents chargés des achats par les malteurs, les ouvriers des usines eux-mêmes ne tardent pas à bien connaître la sorte d'Orge qui leur est présentée pendant quelques années avec des garanties de pureté et sous un nom connu. Un malteur de l'Indre m'a affirmé que son personnel reconnaissait l'Orge *Prinzess* aux variations de teinte qu'elle offre dans l'opération de la trempe qui précède la germination.

Les modifications dont nous venons de parler, dues au climat, n'altèrent pas les qualités héréditaires. Si on sème côte à côte quelques lignes de ces différents lots de *Prinzess* dans une même plate-bande du champ d'expérience, on note des différences légères à la levée, car les grains les plus secs germent les premiers; parfois aussi la vigueur plus grande des plantes provenant des grains les plus gros reste sensible jusqu'à l'époque de la floraison. Mais à partir de cette époque et jusqu'à la maturité, puis plus tard sur les grains battus et triés, je n'ai jamais pu trouver aucune différence, même légère.

Cette constatation a une grande importance pratique. On a coutume de choisir pour la semence les grains lourds et gros, de belle couleur, à pouvoir germinatif élevé, dont la récolte a été faite par un temps sec. Mais il arrive, surtout pour des zones limites de culture, sur les confins de la Champagne pouilleuse par exemple, que le printemps trop chaud ne permet pas le développement normal des grains, ou, sur les hauteurs de la Haute-Loire, que l'été est trop froid pour la complète maturation des épis. En utilisant pour la malterie ou la boulangerie les semences récoltées dans ces conditions défectueuses, en

y substituant immédiatement des lots de semences provenant des mêmes pédigrées, mais récoltés ailleurs dans des conditions favorables à la maturation du grain, on est certain de placer l'agriculteur dans les conditions les plus convenables pour une bonne récolte. La Société d'achat et de vente des semences de Svalöf, la Société d'encouragement à la culture des Orges de brasserie en France se chargent de faire cette substitution ; l'opération ne présente aucune difficulté, car leurs correspondants sont habitués au contrôle de ces sociétés et connaissent l'importance des garanties qu'elles leur assurent.

L'agriculture moderne est menacée, surtout avec l'usage des fortes fumures assurant les hauts rendements, par des maladies parasitaires qui sont souvent épidémiques. C'est un fait reconnu de tout le monde que la propagation du fléau a lieu d'ordinaire pendant des périodes où le climat défavorable place les variétés indemnes jusque-là dans un état de misère physiologique. Il est probable que l'extension des parasites se fait de proche en proche, par la seule contagion, favorisée par l'humidité, par des alternatives de températures élevées et basses. Mais dans une série de cas, dans ceux qu'a étudiés avec soin M. le professeur Eriksson, de Stockholm, il faut attribuer à la semence le rôle d'agent de transmission et d'extension du parasite. La plupart des preuves réunies par ce savant à propos de la Rouille des Céréales (1902) et de la Rouille des Malvacées (1910) concordent si exactement avec des phénomènes du même ordre constatés par tous des sélectionneurs en lignée pure, qu'il faut tenir ses vues pour exactes, jusqu'à preuve du contraire (1).

(1) Pour atténuer la valeur des observations de M. Eriksson, on n'a pu invoquer jusqu'ici que l'impossibilité d'une hypothèse relative au mélange intime des protoplasmas de la plante hôte et du parasite ; en admettant même que cette hypothèse ne soit

On a reconnu que certaines variétés de Blés, le *Michigan Bronce* par exemple, sont toujours fortement altérées par la Rouille; que d'autres, parmi lesquels il faut citer en première ligne le Blé Riéti, ne sont presque jamais atteintes. L'emploi des lignées pures permet la comparaison et la découverte de sortes particulièrement résistantes; de plus, la facilité avec laquelle les Sociétés de contrôle réussissent à substituer des lots de semences de bonne qualité d'une lignée pure connue aux lots de semences fortement endommagées, tout en garantissant aux agriculteurs l'identité des lignées, cette facilité, dis-je, fournit un moyen pratique et efficace de lutte contre l'extension de fléaux qui sont souvent désastreux. On peut attendre davantage encore de l'emploi méthodique des lignées pures.

La résistance d'une lignée pure à un parasite ne semble pas être, comme on l'a dit parfois, une propriété définie en intensité. On peut noter, selon les années, des atténuations ou des augmentations de résistance, provoquées ou accentuées par le climat, par le milieu ambiant, par les circonstances qui accompagnent la germination, la floraison et la maturation. Le Charbon des Céréales, par exemple, se propage plus facilement les années humides à l'époque de la floraison que les années sèches, bien que la dissémination des spores soit limitée; dans la lutte contre ce parasite, il sera bon de prendre des semences récoltées dans des champs indemnes et, à défaut de celles-ci, dans des champs dont la floraison a eu lieu durant une période de sécheresse, ce qu'un expert peut reconnaître par l'examen d'une centaine d'épis puisque les épis qui ont fleuri sous la pluie ont un grand nombre de fleurs avortées. Le travail est singulièrement facilité s'il s'agit de sortes de céréales

pas justifiée, les faits relatifs à la spécifité de la résistance subsistent et montrent que tout se passe comme si les lignées emportaient avec elles leurs parasites, qu'on puisse ou non en distinguer les protoplasmas.

pures pédigrées dont on connaît bien les caractères.

On pourra aussi atténuer les ravages dus à la Rouille, sans pour cela abandonner une semence renommée, en faisant cultiver celle-ci pendant plusieurs années dans les centres où les céréales rouillées sont rares. Le Blés du Nord et de l'Ouest de la France, qui souvent sont les plus atteints, gagneront à faire un séjour de courte durée dans les terres à Blé d'Italie; et inversement, les Blés d'Italie peu malades mais à rendements moins élevés pourront être améliorés au point de vue de la vigueur par un séjour de quelques années dans les terres riches, à Betteraves, du Nord de la France et de la Limagne.

Sans doute, ces échanges, ces changements de sol et de climat sont possibles avec les variétés ordinaires de Céréales, qui sont des mélanges plus ou moins complexes. Mais les proportions de ces mélanges changent selon les circonstances climatériques, selon la durée des séjours dans les régions différentes. Enfin, il est impossible d'en garantir l'authenticité et, à cause des erreurs, l'agriculteur ne prend pas la peine de suivre les périgrinations de ses semences avant de les employer. Les échanges de semences entre l'Allemagne du Sud et la Suède ont été très en honneur entre 1860 et 1880; les deux peuples y trouvaient des avantages importants, les Suédois au point de vue de la précocité, de la résistance au froid et aux maladies, les Allemands surtout au point de vue du rendement. Mais les envois répétés cinq ou six fois avaient altéré si profondément les caractères et les qualités des anciennes variétés locales, que les agriculteurs suédois furent obligés de créer des laboratoires d'étude des semences. C'est pour répondre à cette nécessité que fut organisé le laboratoire de Svalöf.

L'absence de garanties, l'indécision des résultats sont les véritables causes de cet esprit de routine dont on accuse les agriculteurs d'être imbus. L'agri-

culture, de même que toute autre industrie, ne peut progresser que par un régime stable, par une production régulière et prévue, par une rémunération normale de l'effort; on doit donc éviter avant tout les expériences dont le succès n'est que probable.

D'autre part, la lutte économique exige des perfectionnements constants, une utilisation rapide et généralisée des découvertes récentes. C'est pourquoi l'avenir est aux sortes pures pédigrées, à ces lignées contrôlées et garanties chaque année par les établissements qui les mettent en circulation. Il est urgent de provoquer la création en France d'établissements analogues à celui de Svalöf, qui feront les expériences coûteuses mais rémunératrices. La collaboration et la confiance des agriculteurs sont assurées si on leur procure des semences garanties, appropriées à leurs sols, qu'ils sauront reconnaître surtout si elles fournissent des rendements plus élevés de produits plus sains, recherchés par les industriels pour leurs qualités particulières.

BIBLIOGRAPHIE

Pasteur. Histoire d'un esprit, par DUCLAUX. Paris, 1896.

VON NEERGAARD. — *Spezialkatalog der Kollectivaustellung des allgemeine schwedische Saatzuchvereins « Svalöf »*. Vienne, 1890.

Sveriges Utsädesförenings Tidskrift. Journal de la Station des Semences de Svalöf, trimestriel, en suédois. Résumés en allemand des principaux mémoires dans *Botanisches Centralblatt*, 1892-1913.

N. HJALMAR NILSSON. — *Arsberättelse öfver arbetena vid Sveriges Utsädesförenings Anstalt pa Svalöf under ar* 1896.

N. HJALMAR NILSSON. — *Die schwedische Pflanzenzüchtung zu Svalöf*. Malmö, 1905, 23 p. in-12.

N. HJALMAR NILSSON. — *Svensk Utsädesforädling pa Svalöf*. Göteborg, 1907, 95 pages in-8°, en suédois.

H. DE VRIES. — Die Svalöfer Methode zur Veredelung landwirtschaftlicher Kulturgewächse und ihre Bedeutung für die Selektionstheorie. *Arch. f. Rassen und Gesell. Biologie*, 3, 1906, p. 325-358.

B. MACALIK. — *L'Orge de Hana*, 104 p. in-32. Prérov, 1900.

P. PETIT. — *Les Orges françaises.* Rapport à l'Union générale des Syndicats de la Brasserie française, Nancy, 1902, 68 p. in-8°.

H. DE VRIES. — *Die Mutationstheorie.* Leipzig, t. I (1901).

W. JOHANNSEN. — *Ueber Erblichkeit in Populationen und in reinen Linien.* Iéna, 1903.

W. M. HAYS. — *Breeding Plants and Animals, Breeders' Gazette*, 1902-1904.

A. KREISS, P. PETIT et L. BLARINGHEM. — *Rapports annuels* à la Société d'Encouragement à la culture des orges de brasserie en France, 10 brochures, 1904-1913.

L. BLARINGHEM. — Le laboratoire d'essais des semences de Svalöf (Suède). *Bull. du Muséum d'Histoire naturelle*, 1904, n° 7, 5 pages.

L. BLARINGHEM. — La notion d'Espèce (définition des sortes pédigrées et contrôle). *Revue des Idées*, 15 mai 1905, 22 pages.

H. DE VRIES. — *Espèces et variétés; leur origine par mutation*, 1905. Traduction française, Paris, 1908, 550 pages.

J. COSTANTIN. — *Le transformisme appliqué à l'Agriculture.* Paris, 1906.

H. DE VRIES. — *Plant Breeding. Experiments of Nilsson and Burbank.* Chicago et Londres, 1907.

L. BLARINGHEM, — L'amélioration des Céréales d'Auvergne. *Bulletin de l'Associat. franç. pour l'Avancement des Sciences*, 1908, 12 pages.

L. BLARINGHEM. — *Études sur l'amélioration des Crus d'Orges de Brasserie.* Paris, 1910, 288 pages in-8°.

C. FRÜWIRTH. — *Die Züchtung der landw. Kulturpflanzen. Hauptgetreidearten*, 2e édition. Berlin, 1910, 460 pages in-8°.

L. BLARINGHEM. — *L'hérédité des maladies des plantes et le Mendélisme.* Paris, 1912, 62 pages in-8°.

L. BLARINGHEM. — *Méthodes pratiques de sélection et lignées pures.* Rapport au Xe Congrès international d'Agriculture à Gand. Juin 1913, 10 p. in-8°.

N. HJALMAR NILSSON. — L'Institut suédois de Svalöf pour l'amélioration des plantes de grande culture, *Bull. des Renseignements agricoles de l'Institut international d'Agriculture.* Rome, 1913, t. IV, n° 7, 10 pages.

L. BLARINGHEM. — Les progrès de la sélection des semences de Céréales en France, *Bull. Rens. Agric. Institut intern. d'Agr.* Rome, 1913, t. IV, n° 7, 10 pages.

CHAPITRE IV

Les croisements d'espèces.

Importance des hybrides. — Travaux des anciens hybrideurs, de Fairchild (1719), de Linné (1759), de Kœlreuter (1761 à 1780), d'A. Knight (1780 à 1820), de Gaertner (1830 à 1849). — Résultats relatifs aux hybrides réciproques, à la vigueur des hybrides; vogue des hybrides en horticulture. — Travaux de Ch. Naudin (1852-1864); notion d'espèce et définitions de spéciéités graduées d'après la fécondité des hybrides; découverte de l'hybridité disjointe ou hérédité en mosaïque. Descendances hybrides de première, seconde, troisième générations, etc.; règles de Naudin. — Uniformité des hybrides de première génération; applications à l'amélioration du Seigle et du Maïs, à la culture rémunératrice de la Tomate. — Règle de retour aux formes spécifiques et mécanisme sexuel de la disjonction.

Pour étudier les croisements et reconnaître l'ampleur des variations qu'ils sont capables de provoquer, il est indispensable de prendre, comme souches maternelles et paternelles, des lignées pures pédigrées aussi divergentes que possible. Bien que la littérature botanique et agricole soit encombrée de diagnoses et de descriptions d'hybrides, il ne faudrait pas croire que leur fréquence est en rapport avec l'intérêt qu'ils provoquent. Pour les espèces qui supportent l'autofécondation sans altération de fécondité, les hybrides naturels paraissent beaucoup plus rares que les véritables espèces élémentaires, à moins qu'on ne suppose, ce qui est loin d'être prouvé, que la majorité des espèces élémentaires ne sont elles-mêmes que des hybrides stables et féconds. Quant aux espèces qui deviennent stériles lorsque l'autofécondation est répétée pendant plusieurs générations, comme le Maïs, le Seigle, le Sarrazin, etc., elles se caractérisent, parmi les espèces voisines, par leur grande uniformité et par l'absence de variétés bien tranchées;

leur perfectionnement par le croisement est toujours fort limité et la sélection méthodique seule paraît fournir quelques résultats avantageux.

La pratique des croisements a des origines assez éloignées et fut adoptée d'abord par les horticulteurs. Avant 1719, un jardinier anglais, Thomas Fairchild, obtint, d'après Bradley, un hybride en saupoudrant les fleurs d'un Œillet (*Dianthus caryophyllus* ♀) avec la poussière des fleurs du Sweet William. L'hybride, qui doit s'écrire

Dianthus caryophyllus ♀ × *D. barbatus* ♂ (1),

fut propagé par boutures durant tout le XVIII[e] siècle sous le nom de « Fairchild's Sweet William ». Vingt ans plus tard, en 1745, J.-G. Gmelin obtint de très jolies plantes de Dauphinelle par le croisement de *Delphinium* de Sibérie. En examinant le très bel album, en trois volumes, des planches de fleurs et d'arbres fruitiers réuni par Wolkamus entre 1700 et 1740, on peut constater que de nombreux hybrides d'Œillets, d'Iris, de Tulipes, de Primevères étaient déjà très répandus dans les jardins, mais leur origine est inconnue.

Le savant Linné, dont les connaissances botaniques étaient si étendues, fit des erreurs grossières en parlant des hybrides et les combinaisons qu'il supposa possibles entre *Delphinium elatum* et *Aconitum Napellus* pour donner le *Delphinium hybridum*, entre *Actea spicata nigra* et *Rhus toxicodendron* pour donner l'*Actea spicata alba*, sont de pures conceptions de l'esprit dont la réalisation est impossible. Pourtant, il obtint le premier par des procédés scientifiques, un hybride fertile; il enleva avec précaution les étamines de quelques fleurons d'un Salsifis sauvage à fleurs jaunes (*Tragopogon pratensis*) et mit sur

(1) La lecture de ces symboles est : ovaire de *Dianthus caryophyllus* fécondé par pollen de *Dianthus barbatus*. Dans cet ouvrage, j'adopte toujours ce mode de représentation des hybrides et je nomme d'abord l'espèce maternelle.

les stigmates libres du pollen pris sur une autre espèce de Salsifis cultivé, à fleurs pourpres violacées, le *Tragopogon porrifolius*. Les plantes issues des graines donnèrent durant l'été de 1759 des fleurs intermédiaires, rougeâtres sur un fond jaune, et les descendants de ces hybrides firent presque complètement retour au *Tragopogon pratensis* ordinaire. Depuis on a retrouvé le même hybride à l'état spontané en Danemark.

Les recherches de J.-G. Kœlreuter, échelonnées sur une période de vingt années (1761 à 1780), sont beaucoup plus sérieuses et fournissent encore actuellement des renseignements précieux sur la technique des croisements, sur les affinités de nombreux groupes spécifiques, sur la stérilité et sur la disparition rapide des combinaisons hybrides par la reproduction sexuée.

Kœlreuter a montré qu'un seul grain de pollen suffit pour féconder un ovule ; il a établi par des expériences rigoureuses le retour des hybrides aux espèces parentes. Son étude des hybrides de Tabac (*Nicotiana rustica* × *N. paniculata*) est un modèle, souvent repris à cause de la netteté des phénomènes qu'on y observe ; Gærtner, en 1830, et Ch. Naudin en 1863, ont confirmé les résultats obtenus par leur prédécesseur et j'ai eu l'occasion de vérifier les règles du retour sur des hybrides réalisés avec les mêmes espèces de 1908 à 1911. Les remarques de Kœlreuter sur les hybrides d'Œillets (*Dianthus*), d'Ancolies (*Aquilegia*), de Giroflées (*Matthiola*), de Lin (*Linum*), de Malvacées (*Malva*, *Lavatera*), de Molènes (*Verbascum*), de Digitales (*Digitalis*) méritent d'être consultées par tous ceux qui s'occuperont des croisements des mêmes groupes de plantes.

L'œuvre de l'Anglais T. A. Knight (1785-1810) doit être signalée aussi à l'attention des naturalistes et des sélectionneurs. Elle comprend des recherches

sur les arbres fruitiers et sur les légumes, recherches qui ont acquis une assez grande popularité, surtout depuis que Darwin les a interprétées pour expliquer l'origine de nos races horticoles (1868).

Knight a établi les relations de parenté qui lient le Pêcher à l'Amandier en fécondant les fleurs castrées de l'Amandier, à fruits doux par le pollen d'un Pêcher (*Amygdalus communis dulcis* L. × *A. Persica* var. hort.). L'arbre ainsi obtenu fleurit et donna pour la première fois huit fruits en 1817, dont trois s'ouvrirent à la maturité, à la façon des amandes. L'aspect de ces fruits rappelait assez celui de la Pêche; tous avaient une pulpe abondante, mais plus ou moins coriace. On en sema les noyaux qui donnèrent des arbres analogues à l'hybride de première génération, ce qui autorisa plusieurs naturalistes à croire à la fixité de cet hybride d'ailleurs peu fertile.

Par contre, les croisements de Pois (*Pisum*) dont Knigth publia l'histoire en 1799 furent fertiles et très vigoureux; certains croisements de Pois potagers ordinaires avec les Pois fourragers des champs (*Pisum sativum sphœrospermum* × *Pisum arvense*) fournirent de nombreuses variétés nouvelles, dont plusieurs atteignirent jusqu'à 12 pieds de hauteur.

Ces succès, suivis de nombreuses améliorations horticoles, furent le point de départ de quelques essais analogues; ses compatriotes et émules, W. Herbert, Th. Milne, R. Sweet, firent des croisements de Bruyères, d'Amaryllis, de Glaïeuls, de Rhododendrons, de Passiflores, de Pelargoniums qui ont assuré à l'horticulture anglaise, dès la première partie du XIXe siècle, le premier rang dans l'amélioration des fleurs et des légumes. L'exposition très remarquable qui eut lieu à Londres (Chelsea) en juin 1912 prouve qu'elle a conservé cette situation enviée.

Ce n'est qu'après 1825 que des savants français, dont les botanistes Sageret, Lecoq et Godron, se préoccupèrent d'hybrides et ils ne firent pas dans cet

ordre d'idées des découvertes scientifiques ou d'intérêt pratique notables. En Allemagne, Wiegmann, A. Braun, Schilde, Wallroth, C. Naegeli décrivirent de nombreuses formes hybrides spontanées et préparèrent Wichura à l'exposé de son étude très remarquable des hybrides de Saules (*Salix*). On trouve un bon résumé des premiers travaux, complété par de nombreuses expériences et des vues personnelles, dans l'ouvrage réputé de G.-F.-V. Gaertner, présenté d'abord en langue hollandaise à l'Académie royale des Sciences de Hollande en 1830, dont l'édition allemande, augmentée et publiée en 1849, est beaucoup plus connue.

Cette monographie, intitulée *Recherches et observations sur l'hybridité dans le règne végétal*, forme un important ouvrage de près de 800 pages in-octavo, en texte serré, dont une traduction française remaniée et complétée par un index serait fort utile à nos horticulteurs. Elle renferme l'exposé des faits et des arguments invoqués depuis un siècle par les praticiens et par les naturalistes en faveur de telle ou telle règle de l'hérédité, puis des discussions sur l'influence prédominante du père et de la mère, sur les caractères généraux des hybrides, sur ceux de leur descendance, sur leur fertilité, etc. Les faits rapportés sont parfois douteux, mais il y en a aussi de suggestifs. La lecture de cet ouvrage, qui est pénible, montre combien nous sommes encore loin, actuellement, de prévoir les perfectionnements qu'on peut espérer réaliser à partir d'hybridations méthodiquement poursuivies.

Pour mémoire, et parce que cet ouvrage est d'un usage commode, je signale enfin le *Traité des hybrides végétaux* de W.-O. Föcke, publié à Berlin en 1881, en langue allemande. C'est une table méthodique des genres de plantes supérieures classés selon l'ordre naturel, avec l'indication des principaux mémoires ayant pour objet la description de leurs

hybrides naturels, ou la production expérimentale de croisements artificiels.

La longue série des travaux sur les hybrides dont je viens de faire un examen rapide, peut être résumée par quelques règles dont la valeur n'est pas diminuée à la suite des découvertes récentes.

Kœlreuter a insisté le premier sur un résultat important, tant au point de vue pratique qu'au point de vue théorique. « Il n'y a pas, en général, de différence sensible entre les hybrides réciproques », qu'ils soient produits en prenant l'espèce A pour mère et l'espèce B pour père, ou l'espèce B pour mère et l'espèce A pour père ; le grain de pollen joue donc dans la production de l'organisme hybride un rôle équivalent à celui de l'ovule maternel. La découverte de cette règle est étonnante pour l'époque (1770) à laquelle elle fut énoncée. Linné avait déjà attiré l'attention sur l'importance de la sexualité chez les végétaux au point de vue de la classification ; mais la majorité des botanistes doutait encore de l'identité physiologique de la sexualité chez les végétaux avec la sexualité mieux connue chez les animaux et ce doute persista jusque vers 1850 dans l'esprit de beaucoup de naturalistes.

Le microscope n'était pas assez perfectionné pour permettre de constater qu'un seul grain de pollen suffit pour féconder un ovule ; mais, en prouvant qu'on obtient trente graines fécondes après le dépôt sur le stigmate de quarante à cinquante grains de pollen seulement, Kœlreuter se flattait d'établir avec une grande probabilité que ces éléments se complétaient deux à deux pour former un embryon.

L'identité des produits de fécondations réciproques ne sous-entend pas d'ailleurs des réussites égales dans les opérations qui doivent fournir les hybrides, et cette distinction donne à la règle précédente un grand intérêt pratique. Lorsque les croisements des espèces A et B échouent ou donnent peu de graines après la pollinisation des ovaires de A par le pollen

le B, on peut tenter l'opération réciproque, féconder es ovaires de B par le pollen de A. On obtient le ·ésultat qu'on attendait de la première opération.

L'exemple le plus net a été fourni par Kœlreuter lans ses croisements de Belle-de-nuit (*Mirabilis*). La Belle-de-nuit des jardins (*Mirabilis Jalapa*, fig. 20. *J*), lont la corolle en entonnoir, longue de 3 à 4 centimètres, peut être facilement fécondée à la main par le pollen de la Belle-de-nuit odorante (*M. longiflora*, fig. 20, *L*), à fleurs grêles, en tubes allongés de 10 à 12 centimètres ; on obtient ainsi la forme horticole *Mirabilis hybrida* Lepel, dont les fleurs sont demi-tubuleuses, longues de 3 à 5 ou 6 centimètres, et même de 8 centimètres pour certains individus.

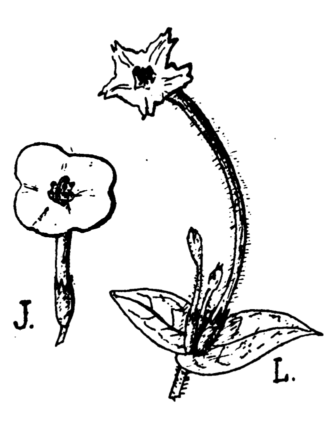


Fig. 20.

Le croisement inverse (*Mirabilis longiflora* × *Mirabilis Jalapa*) a toujours échoué. Durant huit années, Kœlreuter a fait plus de deux cents tentatives en opérant de diverses façons, à différentes époques de la floraison, en tenant compte de l'état de l'atmosphère, de la sécheresse qui joue un rôle notable dans les fécondations difficiles, et toujours sans succès. Les fleurs des deux espèces de *Mirabilis* diffèrent surtout par la longueur des styles et des corolles; on conçoit sans peine aujourd'hui que le tube pollinique de *M. Jalapa*, qui atteint pour la fécondation légitime 4 centimètres, ne puisse parcourir le long style du *M. longiflora* qui dépasse 10 centimètres. Cette explication ne pouvait se présenter d'une

manière précise à l'esprit de Kœlreuter qui, ainsi que ses contemporains, ignorait l'existence même du tube pollinique, découvert par Amici soixante ans plus tard. Il est tout à fait remarquable que l'état rudimentaire des connaissances anatomiques et physiologiques de l'époque n'enlève rien à la valeur des expériences de croisement répétées de Kœlreuter ; il est peut-être heureux que la cause des échecs successifs soit restée mystérieuse, car il en est résulté des séries d'expériences faites chaque année avec plus de soin, qui ont perfectionné la technique générale des croisements beaucoup plus que ne l'auraient fait des succès rapides.

Parmi les observations importantes dues à Kœlreuter, il faut encore signaler l'augmentation notable de taille de certains hybrides (de *Dianthus*, de *Nicotiana*, de *Digitalis*), par rapport à la taille des parents, puis les grandes variations dans la fertilité des hybrides, toujours plus réduite chez les produits d'un croisement entre espèces que chez les produits de croisements entre variétés d'une même espèce. Ces remarques ont été confirmées et précisées ultérieurement par les hybrideurs dont nous avons cité les noms.

Ainsi, A. Knight a établi d'une manière indiscutable l'augmentation de vigueur que produisent souvent des croisements, entre elles ou avec d'autres souches, de la plupart des variétés affaiblies ou en voie d'extinction. Cette action stimulante fut fort sensible surtout dans les croisements de variétés naines de Pois potagers ; Knight en obtint des variétés demi naines et même des variétés de haute taille, ce que les généticistes modernes et Tschermak en particulier expliquent aujourd'hui par des *hybridmutations* (p. 146).

Quoiqu'il en soit, les résultats de Knight, publiés, controuvés, discutés, souvent confirmés, ont fait d'autant plus de bruit dans le monde horticole qu'ils répondaient à l'objectif poursuivi par tous les horti-

culteurs, à savoir la production de plantes plus vigoureuses que les parents. Cette série d'expériences, peut-être mal interprétée, eut une influence énorme et décisive sur l'orientation de l'horticulture. A partir de cette époque, et pendant tout le XIXe siècle, il parut nécessaire, pour favoriser la vente, de décrire les nouveautés sous un nom hybride, même quand l'hybridation n'était pour rien dans le perfectionnement ou dans l'acquisition de la nouveauté. Bientôt aussi, pour tout le monde, vendeurs et acheteurs, le suffixe hybride, qui signifiait au début plante régénérée par le croisement et plus vigoureuse, devint synonyme d'instabilité et d'indécision sur la qualité de l'objet mis dans le commerce. Après un siècle de tâtonnements, et surtout depuis la découverte de nos procédés de préparation des lignées pures contrôlées, les *hybrides en mélange variés* cèdent le pas aux types purs dans les catalogues des fleuristes, sinon encore par le nombre, du moins par les prix qui en sont demandés. La mode elle-même a évolué; les préférences vont à l'ornementation uniforme et homogène, source de progrès pour la science horticole. Depuis quelques années, les corbeilles violettes ou jaunes des Pensées cornues ont succédé à l'infinie variété des Pensées à grandes fleurs dont la création fut cependant un des plus beaux triomphes de l'art des jardiniers du XIXe siècle.

La dégénérescence plus ou moins rapide des lignées hybrides a été clairement établie par un français, publiciste horticole et savant botaniste, Charles Naudin, que ses travaux ont fait nommer, jeune encore, à l'Académie des sciences. Avant d'énoncer les règles découvertes par ce savant, il me paraît nécessaire d'examiner de près l'enchaînement de ses recherches.

Les études de Naudin sur l'hybridité, exécutées avec une technique remarquable et avec une grande

connaissance du polymorphisme végétal, ont été entreprises bien moins dans un intérêt pratique que pour fournir des arguments aux théories sur l'origine des espèces. Dès 1852, Naudin se pose en partisan convaincu de la métamorphose successive des espèces, sous une forme qui doit le faire considérer comme un précurseur bien documenté de Darwin et même de M. Hugo de Vries. Mieux que Darwin, il prend soin, avant toute discussion, de fournir une définition physiologique de l'espèce :

« Quelles que soient les idées que nous nous fassions sur la manière dont se sont produites les formes actuelles des êtres qui composent le monde organisé, dit-il, toutes les fois que nous voulons mettre de l'ordre dans ce nombre immense d'êtres, nous sommes obligés de chercher un point de départ qui puisse servir de base à nos classifications. Ce point de départ, c'est l'*espèce*. Mais qu'est-ce que l'espèce? Qui nous donnera le mètre au moyen duquel nous la circonscrirons, pour en faire notre *unité*, notre *terme de comparaison* dans la hiérarchie de la classification? C'est là, il faut en convenir, qu'est le nœud des difficultés. Mille fois on a essayé de la définir, et toujours il s'est trouvé que la définition laissait place à l'arbitraire... » Naudin propose de préciser les *degrés de spéciéité* qui distinguent les formes entre elles ; il y a de *bonnes*, de *médiocres* et de *mauvaises* espèces. Comment les distinguer? Il trouve la solution du problème dans l'étude de leurs croisements.

En effet, les espèces sont distinctes à différents degrés et le meilleur moyen de les classer, en éliminant les chances d'erreurs que provoque l'action toute-puissante du milieu sur le faciès, est bien d'en étudier les descendances pures ou combinées.

a) On trouve ainsi, dit-il (1) « la spéciéité au premier degré, lorsque les plantes comparées ne peu-

(1) *C. R. R. Ac. Sc.*, Paris, 1858, t. XLVI, p. 341

vent jamais se féconder réciproquement. Exemple : Poirier et Pommier, Melon et Concombre, etc.

b) La spéciéité est du deuxième degré lorsque les deux plantes pouvant être à la rigueur fécondées l'une par l'autre, l'hybride qui en résulte est non seulement stérile par lui-même, mais résiste encore à l'action du pollen du père et de la mère. » Naudin cite le cas de deux Tabacs dont il a étudié avec soin la progéniture : *Nicotiana rustica* et *Nicotiana californica*. J'y ajoute, pour être mieux compris, celui du Blé et du Seigle, dont on a obtenu plusieurs fois un hybride presque toujours stérile au même titre que le Mulet issu du Cheval et de l'Ane.

c) La spéciéité du troisième degré est caractérisée par la possibilité de féconder l'hybride stérile à cause de l'avortement de son propre pollen par le pollen des deux parents, ou au moins par le pollen de l'un d'eux. Parmi les Tabacs, *Nicotiana angustifolia* fécondé par *Nicotiana glauca* donne un hybride autostérile, mais facilement fertilisé par le pollen de *N. angustifolia*. J'ai étudié longuement à ce point de vue des hybrides de *Digitalis*, de *Linaria*, de *Nicotiana;* on fait nouer leurs fruits par le pollen du père ou de la mère. La stérilité de l'hybride n'atteint gravement que les éléments mâles, alors que les ovules sont, en certain nombre du moins, susceptibles de développement.

d) La spéciéité du quatrième degré est celle de deux espèces dont les hybrides sont plus ou moins féconds pendant un nombre limité de générations, après quoi cette postérité bâtarde s'éteint par l'imperfection constante du pollen, ou retourne sans s'éteindre au type de l'un des deux parents par élimination graduelle des caractères de l'autre. Ce serait le cas, d'après Naudin, des hybrides d'espèces de Primevères, *Primula veris* (vulgaire Coucou) et *Primula suaveolens;* c'est celui des hybrides de Tabac, *Nicotiana tabacum* et *N. sylvestris*, des hybrides de la Dinaire. Linaire

vulgaire et de la Linaire pourpre (*Linaria vulgaris* × *L. purpurea*), etc.

e) Enfin, la spéciéité est du cinquième degré quand les deux espèces comparées se croisent avec facilité, et que leur descendance, aussi féconde qu'elles-mêmes, se perpétue indéfiniment sans rentrer d'une manière complète dans les types paternel et maternel, mais aussi sans offrir d'homogénéité dans les individus dont elle se compose. Naudin en a trouvé un bel exemple dans les croisements des deux espèces de Pétunia, *Petunia nyctaginiflora* à fleurs blanches et à gorge jaune réticulée de brun, et *Petunia violacea*, à fleurs pourpres violet très vif, petites et plus évasées. Leur hybride est intermédiaire, très fertile et très uniforme, à fleurs colorées de lilas ou de carmin moins intense que dans la dernière espèce.

Après avoir exposé cette gradation, Naudin remarque qu'il n'a pas pu nettement distinguer le cinquième cas de ceux où l'espèce est croisée avec ses races ou avec ses variétés. « Il est, dit-il à ce propos, parfois indifférent de qualifier espèce, race ou variétés, les formes assez voisines les unes des autres pour fournir facilement des hybrides fertiles, aussi féconds que les espèces pures. » Le critérium de la fécondité est évidemment le fait qu'il a surtout étudié jusqu'en 1858.

En poursuivant ses recherches, et dès 1859, Naudin découvrit un nouveau phénomène. Trois hybrides de *Datura levis* à capsules lisses (fig. 21 L.) et de *Datura Stramonium* (fig. 21, S) à capsules épineuses ont porté un grand nombre de capsules épineuses comme celles du père, mais avec des particularités qui y font reconnaître l'influence maternelle. « On y voit des fruits (fig. 21, H) se partager entre les formes si nettement tranchées des espèces parentes, mais de telle manière qu'un quart, un tiers, une moitié ou les trois quarts appartiennent exclusivement à l'une ou à l'autre,

présentant ainsi un côté d'un vert foncé et hérissé de piquants comme dans le *Datura Stramonium*, tandis que l'autre, entièrement inerme, revêt la teinte grisâtre des capsules du *Datura levis.* » C'est *l'hybridité disjointe*, dont l'importance théorique et pratique me paraît telle que j'ai cru devoir la qualifier récemment

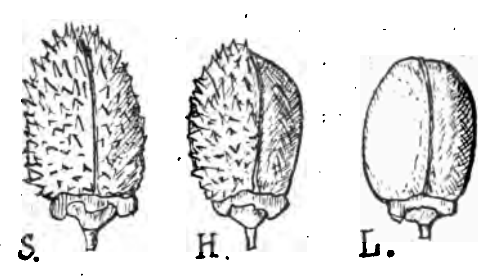


Fig. 21.

du titre d'*hérédité en mosaïque* pour lui conserver la place qu'elle mérite dans l'explication des phénomènes de l'hérédité très étudiés depuis quinze ans. Elle fournit une preuve expérimentale décisive des conclusions énoncées par Naudin en 1862 sur la nature de l'hybridité :

« Une plante hybride est un individu où se trouvent réunies deux essences différentes ayant chacune leur mode de végétation et leur finalité particulière, qui se contrarient mutuellement et sont sans cesse en lutte pour se dégager l'une de l'autre. L'hybride est une mosaïque vivante dont l'œil ne discerne pas les éléments discordants tant qu'ils restent entremêlés ; mais si, par suite de leurs affinités, les éléments de même espèce se rapprochent, s'agglomèrent en masses un peu considérables, il pourra en résulter des parties discernables à l'œil, quelquefois des organes entiers, ainsi que nous le voyons dans le *Cytisus Adami*, les Orangers et les Citronniers hybrides du groupe des bizarreries, le *Datura Stramonio-lœvis* etc. »

Nous n'avons guère parlé jusqu'ici que des caractères des hybrides de première génération, les seuls dont se préoccupent les botanistes classificateurs et la grande majorité des horticulteurs. Le mot hybride sans autre qualificatif sous-entend qu'on suppose des ascendants purs et connus.

Mais les découvertes sur le mécanisme de la disparition des formes hybrides, sur leur retour progressif aux parents exigent l'emploi d'un langage plus précis, sans lequel il serait impossible d'exposer les résultats d'expériences récentes. On appelle *hybrides de première génération*, les individus ou fragments d'individus issus de la combinaison de deux éléments sexuels provenant de deux espèces différentes. Les *hybrides de seconde génération* seront les produits des hybrides de première génération entrecroisés sans mélange de sang étranger, ni intervention des espèces pures croisées ; les *hybrides de troisième génération* comprendront les individus issus des hybrides de deuxième génération se fécondant entre eux, et ainsi de suite.

La classification des spéciéités de Naudin indique que la grande majorité des espèces différentes ne donnent pas naissance à des hybrides de deuxième et de troisième génération. Seules les spéciéïtés du quatrième degré et du cinquième degré se prêtent à une étude de ces descendances isolées qui s'éteint d'ordinaire rapidement, sans espoir de propagation, même lorsqu'il s'agit d'espèces assez peu divergentes, telles que *Nicotiana Tabacum* et *Nicotiana sylvestris*.

Il résulte de ces préliminaires que les règles relatives à la disjonction des essences spécifiques en seconde et en troisième génération ne concernent pas la grande majorité des hybrides décrits dans les traités de botanique, d'horticulture et de l'art forestier. Nous ignorons presque tout des hybrides les plus répandus, de ceux qui étonnent au plus haut

point l'amateur et le collectionneur, et il est impossible souvent d'en établir la généalogie. Il faut imaginer ou reconstituer expérimentalement l'histoire de chaque cas particulier. La plupart de ces hybrides aberrants, qui constituent, je le répète, la majorité des cas décrits ou utilisés pour l'ornementation et les plantations, etc., ne sont en réalité que des individus. Ils ne donnent pas de postérité, ni par autofécondation absolue, ni par fécondation entre eux : ce sont des « mulets » qu'il faut prendre tels qu'ils sont, leur perfectionnement ne pouvant être influencé que par les conditions de milieu, la bonne nourriture, les soins donnés aux individus ou aux fragments d'individus eux-mêmes, ou bien encore, mais c'est un point difficile à établir, par les soins donnés à leurs parents avant et pendant leur procréation.

Les mulets végétaux sont d'autant plus recherchés qu'ils sont généralement très vigoureux, qu'ils se prêtent bien au bouturage, au marcottage et toujours au greffage. On obtient souvent d'un seul de ces individus stériles de nombreux fragments qui font l'objet d'un commerce très étendu : les Chrysanthèmes, les Azalées, les Rhododendrons, les Rosiers, les Saules, les Peupliers, les Pommes de terre, parmi les végétaux cultivés, les Menthes, les Églantiers et les Ronces à l'état sauvage en fournissent des exemples innombrables dont la liste remplirait des volumes.

Les hybrides capables de fournir au moins une fois, sans l'intervention des parents, une progéniture fertile, sont beaucoup moins nombreux que les précédents, surtout si l'on en écarte ceux qui résultent du croisement de variétés de la même espèce, étudiés au chapitre suivant.

Les règles de Naudin régissent tous ces hybrides fertiles ; elles fournissent en même temps une application remarquable de la notion de mosaïque rappelée au paragraphe précédent. En voici l'énoncé, tel

que je l'ai rédigé en 1911, d'après les conclusions du *Mémoire sur l'hybridité* présenté par Charles Naudin à l'Académie des Sciences en 1861 et publiées dans les *Annales des Sciences naturelles* en 1863.

1° *Règle d'uniformité des hybrides de première génération :*

Les hybrides d'un même croisement (et du croisement réciproque) *se ressemblent entre eux, à la première génération, autant que des individus qui proviennent d'une même espèce légitime.*

Cette règle est la conséquence naturelle des expériences rappelées par Naudin dans le paragraphe IV de ses conclusions : « J'ai toujours trouvé, dit-il, dans les hybrides que j'ai obtenus moi-même et dont l'origine m'était bien connue, une grande uniformité d'aspect entre les individus de première génération, quel qu'en ait été le nombre. » Il cite comme preuves ses croisements de :

Petunia nyctaginiflora × *Petunia violacea.*
Datura Stramonium × *Datura Tatula.* }
Datura Tatula × *Datura Stramonium.* }
Datura Metel × *Datura Meteloides.*
Datura levis × *Datura Stramonium* (1).
Nicotiana rustica × *Nicotiana texana.* }
Nicotiana texana × *Nicotiana rustica.* }
Nicotiana Langsdorffii × *Nicotiana persica*
Nicotiana rustica × *Nicotiana paniculata.* }
Nicotiana paniculata × *Nicotiana rustica.* } Etc. etc.

Naudin remarque aussi que *tous les hybrides réciproques obtenus* (réunis par une accolade dans la liste précédente), tant entre espèces voisines qu'entre espèces éloignées, *ont été aussi semblables les uns aux autres que s'ils fussent provenus du même croisement.*

La règle de l'uniformité de la première génération hybride, pressentie par Koelreuter et établie rigoureusement par Naudin, a une importance capitale pour les sélectionneurs. Elle permet d'homologuer, *au*

(1) Les différences signalées page 101 n'affectaient que quelques fruits de trois plantes.

point de vue pratique, les produits hybrides de première génération aux individus issus de lignées pures pédigrées. On a des garanties d'homogénéité, de régularité de croissance, d'uniformité de floraison et de maturité, aussi grandes à partir de combinaisons hybrides connues qu'à partir de lignées pures, à la condition toutefois qu'on utilise seulement la première génération hybride, directe et réciproque, de deux lignées homogènes pédigrées.

Pour les lignées qui supportent difficilement l'autofécondation répétée, dont l'amélioration, par suite, est impossible par l'isolement de lignées pures, on peut recommander de préparer *pour chaque culture nouvelle* des semences donnant un produit hybride de première génération entre deux souches pures connues. Les rendements agricoles, beaucoup plus élevés et cependant très homogènes obtenus par cette méthode, justifient le travail souvent compliqué de la préparation chaque année d'une semence hybride appropriée aux divers centres de culture. Par bonheur, les plantes agricoles qui souffrent plus le souvent de l'autofécondation répétée sont aussi celles dont l'hybridation méthodique est pratiquement la plus facile à réaliser.

S'il s'agit du Seigle (*Secale cereale* L.), il suffira d'utiliser, pour l'ensemencement du champ de préparation des semences, un semoir ayant un coffre divisé en deux parties : l'une pour la semence de la forme A, l'autre pour la semence de la forme B ; les tubes de répartition des graines en lignes ou en poquets alternant, on obtient une succession régulière de lignes A_1 B_1 A_2 B_2... qui facilitent le mélange uniforme des deux lignées ; la tendance naturelle à la fécondation croisée du Seigle permet d'obtenir un pourcentage élevé de graines hybrides réciproques beaucoup plus avantageuses comme semences que les graines de chacune des deux lignées isolées.

Le Maïs (*Zea Mays*) permet une application plus

rigoureuse de la méthode à cause de la distribution des fleurs mâles et des fleurs femelles sur des bourgeons différents. Les fleurs femelles (fig. 22, *f*) sont groupées en épis (fig. 23) à l'aisselle des feuilles, et les fleurs mâles (fig. 22, *m*) en larges grappes paniculées

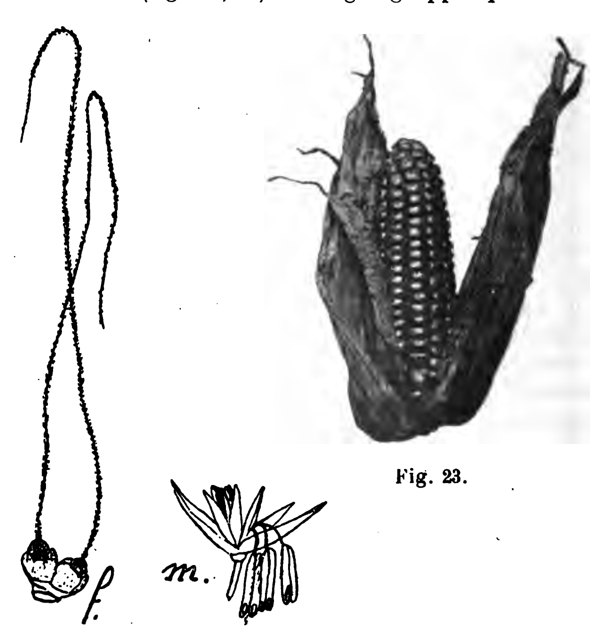


Fig. 23.

Fig. 22.

terminant les tiges (fig. 24). La réalisation du croisement est facilitée par les dispositions suivantes. Le semoir qui distribue le Maïs en poquets est divisé en deux compartiments; celui de droite ne contient que des graines de la lignée A, celui de gauche que des graines de la lignée B; il est commode de semer côte à côte deux lignes de la semence A, deux lignes de la semence B et pour cela il suffit que le semoir ait quatre tubes de distribution.

Avant l'épanouissement complet des panicules mâles de la forme A, on fait passer dans les rangées un ouvrier qui coupe ces panicules au-dessus des épis avec une faucille ; tous les épis, ceux des plantes A et ceux des plantes B, seront donc exclusivement fécondés par le pollen des panicules de la forme B.



Fig. 24.

Dans une autre propriété ensemencée de la même façon, on laisse les panicules de A et on coupe les panicules de B. On récoltera donc, dans le premier cas et à part, des épis appartenant à la forme B pure et des hybrides A × B, dans le second, des épis appartenant à la forme A pure et des hybrides B × A, lignées très homogènes avec lesquelles on pourra facilement constater les avantages de l'entre-croisement sur l'autofécondation.

La première règle de Naudin, relative à l'uniformité des hybrides de première génération permet d'affirmer que les lots de semences A × B et B × A donneront des lots homogènes mais plus vigoureux que les lignées pures A et B, si on ne les utilise

comme semences que pendant la première génération.

Des applications récentes de cette règle à l'amélioration de la Betterave à sucre, du Chanvre, des Choux, etc., ont donné des résultats remarquables; mais les tentatives de cette nature sont encore trop peu nombreuses ou du moins à peine connues des sélectionneurs français.

Il y a souvent intérêt, lorsque la récolte consiste en organes végétatifs, racines de Betteraves et de Raves, tiges épaisses et feuillues des Choux et des Salades, feuilles du Tabac, etc., à recommander l'entrecroisement de deux lignées pures pour obtenir des pédigrées hybrides de première génération qui sont plus vigoureuses et très productives en tiges, en racines et en feuilles. La seule difficulté consiste à convaincre l'employeur de la semence à n'utiliser cet hybride qu'une seule fois et à avoir recours chaque année au producteur d'une semence renfermant exclusivement des embryons hybrides de première génération.

Dans la culture des Tomates, les avantages de cette méthode sont assez grands pour qu'elle soit acceptée actuellement par un bon nombre de cultivateurs américains.

La production des fruits de la Tomate à pulpe abondante et gros dépend bien plus de la vigueur végétative des souches que de la tendance à fournir des fleurs et des graines, tendance atténuée par l'hybridation. Il y a toujours trop de fleurs sur une souche de Tomate; celles que la taille supprime sont de la matière perdue. Les plantes hybrides à tiges et à feuilles plus grandes et plus fortes, portant moins de fleurs et moins de graines, donnent par compensation des fruits plus gros et à pulpe plus douce. La différence de productivité peut atteindre un tiers en poids en faveur de l'hybride par rapport à ses ascendants paternel et maternel. J'ai obtenu ce résultat avec le croisement *Tomate Humbert* × *Tomate Cerise*,

et le croisement inverse dans des expériences réalisées en 1911 au laboratoire de Chimie végétale de Bellevue (S.-et.-O.). En 1912, l'hybride seul donna des fruits mangeables, ayant hérité de la précocité de la Tomate Cerise à fruits très petits, et de la productivité de la Tomate Humbert trop tardive pour y mûrir ses gros fruits (1).

Les avantages résultant de l'emploi des hybrides de première génération sont contrebalancés par le danger qu'offre l'emploi de ces mêmes lignées en seconde et en troisième génération. La pratique fort louable des agriculteurs et des jardiniers de ne renouveler leurs semences que tous les quatre ou cinq ans est suivie de tels mécomptes, lorsqu'on l'applique à une lignée d'origine hybride, que la plupart d'entre eux rejettent sur la qualité initiale de la semence les déboires qui ne résultent que de leur ignorance. Tous sont tentés d'utiliser de nouveau les

(1) L'attention des praticiens ne fut guère attirée sur cette règle de l'homogénéité des hybrides de première génération qu'après la redécouverte en 1900 des lois dites de Mendel (chapitre V); le parti qu'ils pourraient en tirer serait beaucoup plus considérable s'ils avaient dans leurs collections quelques lignées pures des plantes qu'ils améliorent. La diminution rapide de vigueur des lignées autofécondées et sensibles à cette cause de dégénérescence les a poussés jusqu'ici à éviter les souches pures qui constituent un danger au seul point de vue du rendement.

Les plus avisés et les plus instruits des sélectionneurs modernes s'efforcent au contraire de remonter aux lignées pures; ils étudient ensuite les combinaisons hybrides qui leur semblent répondre le mieux possible aux conditions de grande production, et ces combinaisons diffèrent naturellement beaucoup selon les circonstances climatériques et les conditions de culture. L'homogénéité des lignées hybrides de première génération comme celle des lignées pures est à la fois un avantage et un défaut : un avantage pour celui qui connaît les aptitudes de la plante et sait en tirer parti ; un défaut pour ceux qui utilisent les semences sans précautions, sans en connaître les tendances, car s'il y a échec, il est complet, alors qu'il ne le serait qu'à demi avec des mélanges.

graines récoltées sur des plantes très homogènes et très belles, qui fourniront certainement une descendance mélangée, polymorphe, très irrégulière, complètement dégénérée.

Cette grosse difficulté doit faire prohiber a priori l'emploi des lignées pédigrées hybrides dans l'amélioration des plantes agricoles peu surveillées par l'acheteur. Les propriétaires de grands domaines seuls utiliseront cette méthode pour la sélection de leurs Seigles et de leurs Maïs qu'ils feront eux-mêmes.

Mais pour la Betterave à sucre, pour le Tabac (surtout en France où la culture est contrôlée), pour le Chanvre acheté actuellement par quelques grandes Sociétés de filature et de tissage, pour les plantes potagères surtout, on peut recommander l'emploi des plantes hybrides de première génération comme une méthode de grand avenir. Il faut d'ailleurs en bien connaître le principal défaut, mis en relief dans la *seconde règle* des croisements de Naudin.

II. *Règle de retour aux formes spécifiques :*

Les hybrides fertiles et se fécondant eux-mêmes reviennent tôt ou tard aux types spécifiques dont ils dérivent.

« Tous les hybrides dont j'ai observé avec quelque soin la deuxième génération, dit Naudin en 1863, m'ont offert ces changements d'aspect et manifesté cette tendance à revenir aux formes des espèces productrices, et cela dans des conditions telles que le pollen de ces espèces n'a pas pu concourir à les y ramener. » Cette règle résulte de l'examen des descendances hybrides de première, de deuxième et de troisième génération à partir des croisements suivants.

Primula grandiflora × *Primula officinalis.*
Datura Stramonium × *Datura Tatula* et inversement.
Datura levis × *Datura Stramonium.*
Datura Metel × *Datura meteloides.*

Nicotiana angustifolia × *Nicotianamacrophylla* et inversement.
Nicotiana Langsdorffii × *Nicotiana persica*.
Petunia nyctaginiflora × *Petunia violacea*.
Luffa cylindrica × *Luffa acutangula*.
Linaria vulgaris × *Linaria purpurea*, etc.

Naudin a observé tous les cas : retours immédiats aux parents purs, retours lents par altération des caractères de l'un ou de l'autre parent, rétrogression des types en apparence purifiés à des formes hybrides intermédiaires, maintien de quelques lignées intermédiaires dont on ne peut cependant pas deviner le comportement avant l'épreuve.

Naudin a réussi à expliquer tous ces changements d'une manière très claire en appliquant aux éléments sexuels de l'hybride la notion de mosaïque qu'il a découverte (p. 101) sur quelques organes végétatifs, rameaux ou fruits : « *La disjonction des deux essences spécifiques a lieu dans le pollen et dans les ovules de l'hybride.* » Cette explication, développée en conclusion du Mémoire déposé par Naudin à l'Académie des Sciences en 1861, est à mon avis la plus belle expression d'une découverte très importante, qu'on attribue généralement au moine autrichien Grégor Mendel. Sans doute celui-ci l'a découverte aussi et indépendamment en 1865 ; il en a indiqué d'heureuses applications sur lesquelles nous reviendrons ; le mérite du français Charles Naudin, dont tous les travaux ont été suivis et contrôlés de près par Decaisne, n'en doit pas être diminué. Beaucoup de savants, de philosophes et de praticiens, qui se refusent à suivre Mendel dans ses hypothèses relatives à l'indépendance des caractères spécifiques, à la fécondité illimitée, etc... ne peuvent être troublés par le raisonnement de Naudin que voici :

« Supposons, dans l'hybride de première génération, que la disjonction se soit faite à la fois dans l'anthère et dans le contenu de l'ovaire ; que des grains de pollen appartiennent totalement à l'espèce

du père, d'autres totalement à l'espèce de la mère; que dans d'autres grains la disjonction soit nulle ou seulement commencée ; admettons encore que les ovules soient au même degré disjoints dans le sens du père et dans le sens de la mère; qu'arrivera-t-il lorsque les tubes polliniques descendront dans l'ovaire et iront chercher les ovules pour les féconder? Si le tube d'un grain de pollen revenu à l'espèce du père rencontre un ovule disjoint dans le même sens, il se produira une fécondation *parfaitement légitime*, dont le résultat sera une plante entièrement retournée à l'espèce paternelle; la même combinaison s'effectuant entre un grain de pollen et un ovule disjoints tous deux dans le sens de la mère de l'hybride, le produit rentrera de même dans l'espèce de cette dernière; qu'au contraire, la combinaison s'effectue entre un ovule et un grain de pollen disjoints en sens contraire l'un de l'autre, il s'opérera une véritable *fécondation croisée*, comme celle qui a donné naissance à l'hybride même, et il en résultera encore une forme intermédiaire entre les deux types spécifiques. La fécondation d'un ovule non disjoint par un grain de pollen disjoint dans un sens ou dans l'autre donnera un hybride quarteron ; et comme les disjonctions, tant dans le pollen que dans les ovules, peuvent se faire à tous les degrés, il résultera des combinaisons qui pourront avoir lieu, cette multitude de formes que nous avons vues se produire dans les Linaires hybrides et les Pétunias, dès la deuxième génération.

. . . .

« En résumé les hybrides fertiles et se fécondant eux-mêmes reviennent tôt ou tard aux types spécifiques dont ils dérivent, et ce retour se fait soit par le dégagement des deux essences réunies, soit par l'extinction graduelle de l'une des deux. Dans ce dernier cas, la postérité hybride revient tout entière et exclusivement à une seule des deux productrices. »

Il est à peine nécessaire de compléter cette remarquable explication, fournie par Naudin, de l'épuration des lignées hybrides à une époque où nos connaissances sur la nature des éléments sexuels étaient fort incomplètes. Nous allons cependant résumer ce long chapitre et justifier ainsi la pratique encore courante des marchands grainiers qui recommandent souvent encore l'emploi d'hybrides de Blés de préférence aux lignées pures.

Les hybrides de lignées pures longtemps autofécondées de Blé acquièrent une vigueur remarquable et leur fertilité n'est pas sensiblement altérée lorsque les formes croisées appartiennent à la même espèce élémentaire ou à des espèces élémentaires affines. Or, cette vigueur se maintient comme une qualité héréditaire si l'on prend soin, pendant quatre ou cinq générations successives, de supprimer les parents et diverses formes intermédiaires, si l'on s'astreint à ne conserver que les plantes hybrides constituant un lot homogène en apparence. Les retours peuvent même devenir peu nombreux après les premiers triages toujours nécessaires. Le sélectionneur croit posséder *une bonne variété hybride* stable; il la met dans le commerce après s'être rendu compte qu'elle est capable de fournir des rendements en grains et en paille supérieurs aux autres variétés cultivées dans la région.

L'introduction des *bonnes variétés hybrides* dans la grande culture donne souvent des résultats satisfaisants. Mais il arrive aussi qu'en certaines localités le retour aux parents s'accentue, devient si marqué qu'il est nécessaire de changer les semences. L'art du marchand grainier est de reconnaître rapidement les localités où l'hybride dégénère et celles où il se maintient. Celles-ci deviennent les centres de production de semences; les premières n'en sont plus fournies, mais l'épreuve a permis de se documenter sur les circonstances favorables à la fixité.

Il y a des différences appréciables dans la nature du sol, dans les pratiques culturales, dans les fumures entre les localités à réussite et les localités à dégénérescence, et ces indications suffisent souvent pour permettre de recommander l'emploi de la nouvelle variété dans telle ou telle région. Par tâtonnements successifs, on étend le domaine de la variété nouvelle jusqu'au jour où un hybride plus récent et meilleur gagne à son tour la faveur du marché.

Naudin n'a pas insisté sur les circonstances qui entraînent tôt ou tard la déchéance des lignées hybrides; il n'a guère attribué de rôle à la nourriture, à la fumure, au climat, et cependant il semble bien que ces facteurs expliquent seuls la fixité et la persistance presque totale d'un hybride en une localité, sa dégénérescence rapide ailleurs. Pour déceler les hybrides parmi les variétés agricoles, j'ai adopté la règle de placer les lignées en observation dans les plus mauvaises conditions de croissance, les semant trop tôt ou très tard, dans la partie la moins ameublie et la moins fumée du champ d'essai. Il est rare que dans ces conditions extrêmes les bonnes sortes hybrides, sélectionnées pour des terres riches et meubles, ne donnent pas lieu à des retours qui ne sont même pas toujours les parents immédiats. Dans l'amélioration des céréales, on réalise souvent des hybrides avec d'anciens hybrides plus ou moins fixés. et cette opération a pu se répéter trois, quatre et cinq fois. La généalogie des ascendants devient alors inextricable et il est impossible d'utiliser un matériel aussi mal connu pour des perfectionnements méthodiques.

BIBLIOGRAPHIE

BRADLEY. — *New improvements of planting and gardening.* London, 1719.
LINNÉ. — *Amœnitates Academiæ,* vol. III, vol. VI, et vol, X.
KOELREUTER J.-G. — Vorlaufige Nachricht von einigen das Geschlecht der Pflanzen betreffenden Versuchen und Beobachtungen, 1761 ; réédité dans la collection *Ostwald's Klassiker.*
A.-T. KNIGHT. — Divers mémoires dans *Transact. Hort. Soc. London,* I-VII.
GUILLEMIN et DUMAS. — Observations sur l'hybridité dans les plantes. *Mém. Soc. d'Hist. naturelle,* I. Paris, 1823.
SAGERET. — Considérations sur la production des hybrides, des variantes et des variétés en général et sur celles des Cucurbitacées en particulier. (*Ann. Sc. nat.,* 1e sér., t. VIII, p. 294-314).
A.-F. WIEGMANN. — *Ueber die Bastarderzeugung im Pflanzenreich,* Braunschw., 1828.
A.-W. HERBERT. — *On crosses and intermixtures in Vegetables.* Amaryllidaceæ. London, 1837.
LECOQ. — *De la fécondation naturelle et artificielle des végétaux et de l'hybridation.* Paris, 1845.
C.-F. GAERTNER. — *Versuche und Beobachtungen über die Bastarderzeugung im Pflanzenreich.* Stuttgart, 1849.
CH. NAUDIN. — Considérations philosophiques sur l'espèce et la variété. (*Revue horticole,* 1852.)
CH. NAUDIN. — Considérations générales sur l'espèce et la variété. (*Comptes rendus Ac. des Sciences.* Paris, t. XLVI, 1858.)
CH. NAUDIN. — Observation d'un cas remarquable d'hybridité disjointe, d°, t. XLIX, 1859.
GODRON. — *Contributions à l'étude de l'hybridité végétale et de la tératologie végétale.* Nancy, 1856-1858.
DUCHARTRE. — Rapport sur la question de l'hybridité dans les végétaux mise au concours par l'Académie des Sciences en 1861. (*Ann. Sc. nat. bot.,* 4e série, t. XIX, p. 124-134.)
CH. NAUDIN. — Observations concernant quelques plantes

hybrides cultivées au Muséum. (*Ann. Sc. nat. bot.*, 4e sér., t. IX, p. 257-278.)

CH. NAUDIN. — Retour définitif et complet des plantes hybrides aux formes des espèces productrices. (*C. R. Ac. Sc. Paris*, t. LV, 1862.)

CH. NAUDIN. — Nouvelles recherches sur l'hybridité des végétaux. (*Annales Sc. nat. bot.*, 4e série,t, XIX, p. 180-203, 1863.)

Le mémoire manuscrit, de plus de 200 pages et accompagné d'un atlas de 30 planches, a été déposé à l'Académie en 1861 et a obtenu le Grand prix de Physiologie végétale en 1862. La deuxième partie seule, renfermant la discussion des faits et les conclusions, a été imprimée en 1863; une partie des expériences et quelques planches ont été publiées en 1865 dans les *Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire naturelle.*

CH. NAUDIN. — De l'hybridité considérée comme cause de variabilité dans les végétaux. (*C. R. Ac. Sc. Paris*, t. LIX, 1864.)

A. GODRON. — Des hybrides végétaux considérés au point de vue de leur fécondité et de la perpétuité ou non-perpétuité de leurs caractères. (*Ann. Sc. nat. bot.*, 4e sér., t. XIX, p. 135-179, 1863.)

M. WICHURA. — *Die Bastardbefruchtung im Pflanzenreiche*, 1865.

DARWIN. — *Des effets de la fécondation croisée et de la fécondation directe dans le règne végétal.* Trad. francaise par E. HECKEL, 1877.

W.-O. FÖCKE. — *Die PflanzenMischlinge.* Berlin, 1881.

H. DE VRIES. — *Die Mutationstheorie*, II, Bastardslehre. Leipzig, 1903.

BLARINGHEM. — *La notion d'espèce et la disjonction des hybrides* d'après CHARLES NAUDIN (1852-1875). Progressus rei botanicæ, 1911, p. 27-108.

BLARINGHEM. — Sur l'hérédité en mosaïque. *4e Confér. int. de Génétique*, 1911.

BLARINGHEM. — Les problèmes de l'hérédité. *Revue scientifique*, 1912.

CHAPITRE V

Les Croisements de Variétés.

Découverte des lois de Mendel (1865-1900); application à la définition des variétés. — Analyse détaillée du Mémoire de Gregor Mendel relatif aux hybrides de Pois; définition des couples de caractères dominants ou récessifs. — Xénie chez le Pois. — Lois numériques de la disjonction et formules algébriques représentant l'état des descendances à la 1re, 2e, 3e,... ne génération. — Étude des hybrides complexes différant par deux ou trois couples de caractères indépendants; formules de disjonction; conclusions relatives à l'indépendance des caractères qui définissent les variétés. — Explications physiologiques des lois de Mendel par la pureté des éléments sexuels.

Applications des lois de Mendel à d'autres espèces que le Pois; nature des variétés qui s'y conforment. — Règles relatives à la dominance; hypothèse de la présence et de l'absence d'un caractère. — Emploi des formules génétiques pour classer les variétés et pour prévoir les perfectionnements réalisables par leur entrecroisement. — Application de la loi du retour à la purification des lignées de Maïs.

Il serait souvent fort difficile de distinguer les variétés proprement dites des nombreuses espèces élémentaires au sens de Jordan si l'on n'avait recours, pour définir les premières, à des lois précises concernant leur hérédité. Je veux parler des lois de Mendel, découvertes et publiées en 1865, restées dans l'oubli le plus complet jusqu'en mars 1900 et successivement redécouvertes, à quelques mois d'intervalle, par M. Hugo de Vries, professeur à l'Université d'Amsterdam, par M. Correns, professeur à l'Université de Tubingen, par M. Erik Tschermak, professeur à l'École supérieure d'Agriculture de Vienne.

Le travail du moine autrichien Gregor Mendel est parfait; on ne saurait mieux l'exposer et le faire connaître qu'en reprenant le texte original dont chaque mot est pesé, apportant des précisions ou des restrictions qu'on ne trouve guère dans les gros traités rédigés depuis par ses commentateurs. Mendel a su traduire dans une langue de physicien et de météorologiste des faits complexes qu'il évite de généraliser. Il fait des remarques sur le Pois (*Pisum*); il n'a pu les étendre qu'avec difficulté aux Haricots (*Phaseolus*) et pas du tout aux Epervières (*Hieracium*). Il semble bien, d'après la correspondance qu'il eut à ce sujet avec le grand botaniste allemand Nægeli, que son ambition s'est limitée à justifier leur interprétation dans quelques cas favorables et particuliers. Avec M. Hugo de Vries, nous dirons qu'elle convient aux croisements entre variétés de quelques bonnes espèces et non aux croisements de formes spécifiquement distinctes.

Depuis 1900, on a beaucoup accru le domaine des applications des « lois de Mendel ». Elles mériteront ce qualificatif de *lois*, elles resteront exactes et précises si l'on prend soin de ne les étendre qu'aux cas bien nets de croisements entre variétés d'une même espèce et non pas, comme le désire une certaine école, à tous les cas possibles. C'est en diminuer l'importance, en altérer la valeur et supprimer les commodités de travail qu'elles procurent, que de vouloir les appliquer aux croisements entre espèces; ceux-ci sortent du domaine de ces lois, comme Mendel lui-même l'a reconnu.

Dès lors, je puis définir comme il suit les variétés: « Seront considérées comme variétés d'une même espèce, les lignées pures et distinctes qui donnent par leur croisement entre elles une descendance hybride dont les disjonctions sont régies par les lois de Mendel. » Ces lois constituent le crible qui sépare les variétés proprement dites de toutes les spéciéités

(ou divergences spécifiques) telles que les a conçues Charles Naudin.

On pourra objecter à cette définition qu'elle ne permet pas de dire, sans expériences préalables et d'assez longue durée, si deux individus appartiennent à deux espèces élémentaires ou à deux variétés différentes. Mais c'est déjà beaucoup d'avoir un langage précis et des expériences délicates ne sont-elles pas nécessaires pour affirmer qu'un corps chimique est pur, nouveau ou classé? Il y a bien d'autres conditions auxquelles doit satisfaire la notion de variété : différences saillantes avec le type spécifique, apparition brusque, indépendance des caractères distinctifs des conditions immédiates de croissance, de fumure, etc.; mais toutes ces conditions sont vagues, entraînent des comparaisons sur lesquelles il est difficile de se mettre d'accord et presque toujours impossibles parce que les individus comparés n'ont pas le même âge, etc. Je les considère comme des conditions secondaires, accessoires, de la notion de variété, non parce qu'elles sont moins importantes, mais parce qu'elles sont moins nettes. D'ailleurs, après réflexion, on constate que celles-ci sont contenues dans celles-là; les secondes font partie des circonstances indispensables pour que les lois de Mendel soient justifiées et pratiquement contrôlables.

Or, ces lois peuvent être appliquées dans toute leur rigueur, qui est celle des problèmes d'arithmétique. D'après elles, on doit constater l'identité de tous les individus de première génération issus d'une même opération hybride; on doit s'assurer que la descendance de chacun d'eux fait retour aux parents dans les proportions numériques de 3 à 1, ou mieux 75 à 25 pour 100, les grands nombres seuls donnant une certitude suffisante. Il faut enfin vérifier que les 25 individus pour 100 qui ont fait retour à l'un des parents sont bien *identiques* à ce parent et pour s'en assurer il suffit d'en élever la troisième

génération. Tels sont les moyens précis, numériques, d'apprécier si de deux individus offrant une certaine parenté, plus ou moins éloignée, appartiennent à deux variétés d'une même espèce.

Mendel exposa ses recherches en 1865 comme il suit.

La valeur d'une expérience, dit-il, dépend en partie du matériel que l'on étudie et il est indispensable de choisir celui-ci de manière à éviter tous les résultats douteux. Pour une étude de croisements, il faudra donc choisir des plantes :

1° Offrant des caractères différentiels constants;

2° Dont les hybrides peuvent être facilement isolés à l'époque de leur floraison.

Il faudra aussi éviter les hybrides à fécondité réduite (cas étudiés par Naudin, chapitre IV) et suivre à chaque génération tous les descendants sans exception.

Le groupe des Légumineuses, celui des Pois (*Pisum*) en particulier, se prête bien à ces études. On en possède des formes distinctes, constantes et facilement reconnaissables, dont les hybrides sont complètement fertiles. L'autofécondation y est la règle, ce qui complique les opérations de croisement, mais facilite l'isolement des plantes et des lignées qui en dérivent.

Parmi 34 variétés plus ou moins distinctes de Pois obtenues par Mendel de plusieurs marchands grainiers, quelques-unes ont montré une fixité complète et ont seules été utilisées pour les essais.

« Si l'on croise, dit-il, deux plantes qui diffèrent constamment par un ou plusieurs caractères, on sait, par de nombreuses expériences, que les caractères communs sont transmis sans altération aux hybrides et à leur progéniture; *mais chaque paire de caractères différentiels se fusionne dans l'hybride pour former un caractère nouveau* par lequel la descendance de l'hybride est en général variable.

Or, ajoute Mendel, « en règle générale, les hybrides ne tiennent pas exactement le milieu entre les formes souches. » Il y a un caractère très visible sur tous les descendants de première génération, qu'on appel-

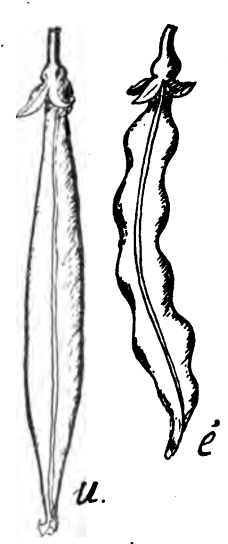


Fig. 25.

lera le caractère *dominant;* l'autre caractère a disparu en totalité ou presque, c'est le caractère *récessif* du couple.

Les *couples* de caractères étudiés par Mendel sont :

A. Les différences de forme des graines mûres; les graines sphériques dominent les anguleuses.

B. La coloration des cotylédons; la couleur jaune pâle domine le vert.

C. La coloration des téguments des graines; les téguments bruns, les gris pointillés ou maculés de violet dominent les téguments blancs ou transparents.

D. La forme des gousses; les gousses unies et lisses dominent les gousses étranglées et ridées (fig. 25).

E. La couleur des gousses; les gousses vertes dominent les gousses jaunes.

F. La forme des grappes de fleurs; les grappes allongées dominent les grappes en fausses ombelles.

G. La différence de taille des tiges; les plantes géantes dominent les plantes de taille naine.

L'étude de l'hérédité de chacun de ces couples de caractères a été l'objet d'opérations spéciales dont le nombre est relevé sur le tableau suivant :

Couple.	Nombre de fécondations.	Réalisées sur plantes.
A	60	15
B	58	10
C	35	10
D	40	10
E	23	5
F	34	10
G	37	10

Pour ces essais, Mendel a choisi dans les formes stables (lignées pures) les plantes les plus vigoureuses, en ayant soin de faire servir alternativement le pollen de l'une et de l'autre pour les opérations réciproques. Il supprima, comme inexacts ou altérés, tous les essais dont les plantes eurent à souffrir de la sécheresse, des insectes (*Bruchus*) etc.; il ne tint pas compte du fait qu'il apparut des caractères nouveaux, invisibles sur les parents, par exemple des pointillés violets sur les épispermes de graines dont les parents avaient des épispermes incolores.

Enfin, Mendel attribua sa véritable signification à un phénomène qui facilite singulièrement l'étude de l'hérédité chez le Pois et dont l'interprétation exacte n'est connue que depuis les travaux de Giltay sur le Pois (1893), et surtout de M. Hugo de Vries relatifs au phénomène de la xénie chez le Maïs (1900).

Lorsque des ovaires de Pois à grains anguleux sont fécondés par du pollen de Pois à grains ronds, on ne trouve dans les gousses, dès cette même an-

née, aucun Pois anguleux, comme on pourrait s'y attendre si les enveloppes des graines donnaient leur forme aux embryons qu'elles renferment. Au contraire, ce sont les embryons arrondis qui distendent les enveloppes maternelles et leur donnent leur forme définitive, si bien que l'on aperçoit, sur la plante mère elle-même, l'effet du pollen hybride dans tous les cas où le caractère paternel l'emporte sur le caractère maternel. Autrement dit, le caractère de l'hybride apparaît sur les embryons encore protégés dans les gousses maternelles. La première génération s'observe dans les gousses des plantes hybridées, la seconde génération, dans les gousses des plantes de première génération, la troisième, dans celles de deuxième génération, et ainsi de suite.

Le même phénomène de *xénie* (influence visible du pollen étranger sur l'organisme maternel) a facilité aussi l'étude de l'hérédité du second couple de caractère (B), relatif à la couleur des embryons jaunes ou verts.

Les ovaires de plantes à graines vertes et à épisperme blanc (ou transparent) fécondés par du pollen de plantes à graines jaunes donnent des embryons jaunes, dont la couleur est apparente à travers l'épisperme dans les gousses maternelles. Ces particularités ont singulièrement facilité la découverte des lois numériques de la disjonction.

Voici ce que Mendel put constater en examinant la deuxième génération hybride, c'est-à-dire en triant les Pois contenus dans les gousses des plantes hybrides de première génération (1) :

« *Les caractères récessifs réapparaissent dans toute leur intégrité à côté des caractères dominants, et cela dans* la remarquable proportion de 1 à 3... *On n'a*

(1) Mendel a désigné cette génération *première génération hybride*, mais pour éviter une confusion, tous les auteurs modernes s'accordent pour traduire par *seconde génération*.

observé aucune forme de passage entre récessif et dominant dans aucune expérience. »

Dans l'exposé des résultats, il a réuni les chiffres des croisements réciproques, car il n'y a aucune différence entre eux, comme l'avait remarqué Naudin pour les hybrides entre espèces :

TABLEAU I

Couples de caractères.	Hybrides observés.	Pois. Récessifs.	Pois. Dominants.	Rapports.
A	7.324	1 850	5.474	1 : 2,96
B	8.023	2 001	6.022	1 : 3,01
C	929	204	705	1 : 3,15
D	1.181	299	882	1 : 2,95
E	580	152	428	1 : 2,82
F	858	207	651	1 : 3,14
G	1.064	277	787	1 : 2,84

De plus, pour chaque groupe de caractères, Mendel put s'assurer des phénomènes suivants :

1° Les plantes qui possèdent le caractère récessif ne varient plus dans leur descendance ; elles sont constantes.

2° Celles qui possèdent le caractère dominant se comportent autrement : un tiers des plantes donne une descendance constante et semblable à elles-mêmes ; les deux autres tiers donnent des descendances mixtes, composées, comme celles des hybrides de première génération, de trois plantes portant le caractère dominant pour une plante portant le caractère récessif.

En voici les preuves ; dans le triage des descendances des dominants, Mendel a compté :

TABLEAU II

Couples de caractères.	Plantes étudiées.	Pures.	Hybrides.	Rapport.
A	565	193	372	1 : 1,93
B	519	166	353	1 : 2,13
C	100	36	64	1 : 1,78
D	100	29	71	1 : 2,45
E	100	40	60	1 : 1,5
F	100	33	67	1 : 2,04
G	100	28	72	1 : 2,57

L'expérience E ayant été recommencée, a donné :

E'	100	35	65	1 : 1,86

Le rapport 2 à 1 paraît donc être certain et on peut en définitive écrire la répartition :

3 dominants (d'après le tableau I) + 1 récessif = 1 dominant pur + 2 dominants hybrides (d'après le tableau II) + 1 récessif.

Autrement dit, la formule symétrique :

1 dominant pur + 2 hybrides + 1 récessif pur,

représente exactement la constitution de la descendance hybride à la seconde génération, ce que Mendel exprime ainsi :

« *Les hybrides de chaque couple de caractères différentiels produisent des graines dont une moitié reproduit la forme hybride, tandis que l'autre donne des plantes qui restent constantes et prennent, par parties égales, les unes, le caractère dominant, les autres, le caractère récessif.* »

Si l'on désigne par A le caractère dominant, par a le caractère récessif, par Aa la forme hybride qui résulte de leur combinaison, l'expression

$$A + 2\,Aa + a$$

donne les proportions relatives de la ségrégation des caractères des descendants du croisement.

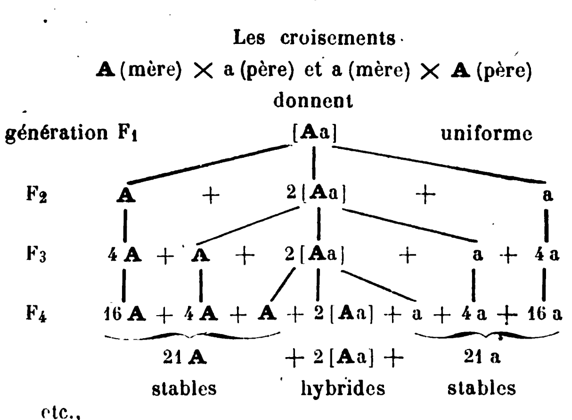
Cette formule a été vérifiée par Mendel pendant six générations. Il reconnaît qu'elle explique la remarque faite par Kœlreuter, Gaertner et d'autres auteurs, à savoir que les hybrides ont une tendance à retourner aux types, sans toutefois disparaître totalement.

En admettant, pour simplifier, que chaque plante ne donne à chaque génération que 4 graines, la disjonction se produit dans les rapports suivants :

Génération.	A	Aa	a	Rapports.
1	1	2	1	1 : 2 : 1
2	6	4	6	3 : 2 : 3
3	28	8	28	7 : 2 : 7
4	120	16	120	15 : 2 : 15
5	496	32	496	31 : 2 : 31
n.				$2^n - 1 : 2 : 2^n - 1$
(Pour $n = 10$,	$2^n - 1 = 1.023$ . . .			1.023 : 2 : 1.023)

On peut résumer ce qui précède par le tableau suivant, où **A** est le caractère dominant et **a** le caractère récessif :

SCHÉMA DES LOIS DE MENDEL



Les lois ont été vérifiées en examinant séparément chaque couple de caractères opposés dans les parents.

Comment se fait la répartition des caractères sur les divers descendants d'hybrides qui combinent plusieurs groupes de caractères différents ? On peut essayer de la déduire de considérations théoriques basées sur la règle précédemment établie, et chercher ensuite à contrôler les résultats par des expériences. Soient :

A, le caractère dominant ; a, le caractère récessif opposé.
B, — — b, — —

Pour chaque couple de caractères, l'expression de la ségrégation dans les descendants d'une plante hybride, sera, quelle que soit la génération :

$$(1) \quad A + 2\,Aa + a.$$
$$(2) \quad B + 2\,Bb + b.$$

Dans les combinaisons (A+B) avec (a+b), on peut considérer :

D'abord les plantes possédant le caractère A ; sur elles les caractères B et b se répartissent en

$$(3) \quad AB + 2A.Bb + Ab \text{ ou } A\,(B + 2Bb + b);$$

puis celles qui renferment le mélange Aa, en ayant soin de conserver les proportions de l'expression (1)

$$(4) \quad 2\,Aa.B + 2Aa.\,2Bb + 2Aa.b \text{ ou } 2Aa\,(B + 2Bb + b).$$

enfin, celles qui renferment le caractère récessif a

$$(5) \quad a.B + 2\,a.\,Bb + a.\,b \text{ ou } a\,(B + 2Bb + b)$$

L'ensemble des combinaisons possibles est compris dans les trois expressions précédentes d'après la règle I (p. 123) ; d'après la règle II (p. 125), elles se répartissent dans les proportions relatives adoptées pour écrire les expressions (3), (4) et (5). La population renfermant tous les individus fécondés entre eux, mais de nature hybride, issus des combinaisons de caractères (A+B) avec (a+b), est donc représentée par une expression d'ensemble qui est la somme des expressions (3), (4) et (5), c'est-à-dire :

$$(6) \quad AB + Ab + aB + ab + 2ABb + 2AaB + 2Aa.b + 2aBb + 4ABab.$$

C'est exactement le développement algébrique du produit des sommes :

$$(7) \quad (A + 2Aa + a)\ (B + 2Bb + b.)$$

Puisque les couples de caractères associés sont strictement indépendants, on peut ne considérer dans l'expression précédente que les caractères A et a et leur associer par hybridation des caractères opposés nouveaux C et c. La répartition se fera, d'après la règle (7), selon les groupements des termes du produit :

(8) (A + 2Aa + a) (C + 2Cc + c).

Remplaçant ensuite dans ce produit les complexes

A, Aa et a,

par leur valeur réelle exprimée par (6) ou pour simplifier par (7), on obtient les groupements de caractères :

(A + 2Aa + a) (B + 2Bb + b) (C + 2Cc + c).

qui se répartissent suivant les proportions et les formules symboliques :

1	2	4	8
ABC	ABCc	ABbCc	AaBbCc
ABc	AbCc	aBbCc	
AbC	aBCc	AaBCc	
Abc	abCc	AabCc	
aBC	ABbC	AaBbC	
aBc	ABbc	AaBbc	
abC	aBbC		
abc	aBbc		
	AaBC		
	AaBc		
	AabC		
	Aabc		

On pourrait continuer le raisonnement pour *n* couples de caractères différents ; d'où la règle générale :

« *Les descendants des hybrides où sont réunis plusieurs caractères essentiellement indépendants se répartissent selon les termes d'un produit de combinaisons dans lesquelles on a représenté chaque couple de caractères par l'expression de leur disjonction particulière.* »

Les exemples cités par Mendel confirment en tous points ces déductions théoriques. Les croisements d'une plante de Pois à grains ronds (A) et à albumen jaune (B) avec une plante à grains anguleux (a) et à albumen vert (b) effectués 15 fois donnèrent en tout 556 graines réparties en :

Rondes et jaunes	315
Anguleuses et jaunes	101
Rondes et vertes	108
Anguleuses et vertes.	32

Toutes ces graines furent plantées; en mettant à part les individus qui ne levèrent pas ou ne mûrirent pas leurs graines, Mendel obtint les combinaisons décrites dans le tableau III, page suivante.

Les expériences par lesquelles Mendel combina trois couples de caractères

ABC	Porte-graine.	abc	Plante mâle.
A	Graine ronde.	a	Graine anguleuse.
B	Albumen jaune.	b	Albumen vert.
C	Tégument gris-brun.	c	Tégument incolore.

donnèrent plus de peine. Des 24 hybrides formés, Mendel récolta 687 graines rondes ou anguleuses, pointillées ou colorées de brun-gris ou de vert-gris. La culture de toutes les graines fournit l'année suivante 639 plantes qui se répartirent comme il suit :

Combinaisons constantes.		Combinaisons hybrides.					
8	ABC.	22	ABCc.	45	ABbCc.	78	AaBb Cc.
14	ABc.	17	AbCc.	36	aBb Cc.		
9	AbC.	25	aBCc.	38	AaBCc.		
11	Abc.	20	abCc.	40	AabCc.		
8	aBC.	15	ABbC.	49	AaBbC.		
10	abC.	18	ABbc.	48	AaBbc.		
10	abC.	19	aBbC.				
7	abc.	24	aBbc.				
		14	AaBC.				
		18	AaBc.				
		20	AabC.				
		16	Aabc.				

TABLEAU III

DISJONCTIONS D'UN DIHYBRIDE

Graines de première génération plantées.	Hybrides mûrissant.	Caractères.								
—	—	AB	Ab	aB	ab	ABb	aBb	AaB	Aab	AaBb
		—	—	—	—	—	—	—	—	—
AB 315	301	38	»	»	»	65	»	60	»	138
aB 101	96	»	»	28	»	»	68	»	»	»
Ab 108	102	»	35	»	»	»	»	»	67	»
ab 32	30	»	»	»	30	»	»	»	»	»
Soit, au total : 556	529	38	35	28	30	65	68	60	67	138
Nombres qui sont dans la proportion		(33)				(66)				(132)
relative :		1				2				et 4

et vérifient l'égalité :

$$(A + 2aA + a)\ (B + 2Bb + b) = (AB + Ab + aB + ab) + 2\,(ABb + AaB + aBb + Aab) + 4\,AaBb$$

dont les moyennes sont :

10.	19.	43.	78.

très voisines des moyennes théoriques prévues :

10 (ou 1)	20 (ou 2)	40 (ou 4)	80 (ou 8).

Il était intéressant de chercher à former les *combinaisons constantes* des caractères et de vérifier leur stabilité. Dans l'exemple précédent, sur 27 combinaisons possibles, 8 sont constantes (ABC, ABc,....., abC, abc) et se présentent en moyenne 10 fois ; une seule combinaison (Aa Bb Cc) est hybride par tous ses caractères et se présente 78 (80) fois, soit en nombre égal à celui de toutes les formes constantes réunies.

Quand la combinaison hybride porte sur 3 couples de caractères, le nombre des termes de la série des combinaisons est 3^3 ou 27 et le nombre des combinaisons constantes est 2^3 ou 8. Si la combinaison portait sur *n* caractères on trouverait, par un raisonnement analogue, que le nombre des combinaisons possibles est égal à 3^n et le nombre des combinaisons constantes à 2^n... Mendel a pu obtenir la combinaison des 7 caractères de Pois énoncés plus haut et il a isolé les $2^7 = 128$ combinaisons constantes et différentes que le calcul permet de prévoir.

Cette confirmation des *lois de Mendel* jusque dans le détail a une portée plus grande que celle d'une vérification de formules algébriques. Non seulement nous connaissons le mode d'association et de dissociation des caractères dans les croisements, mais nous sommes en droit d'affirmer que *la confirmation des résultats théoriques prévus démontre le bien fondé de l'axiome admis pour établir ces résultats.* L'axiome indispensable a été énoncé en une phrase (page 128); c'est l'indépendance des couples de caractères A,B,C,D,E,F,G ;

Les caractères des Pois opposés par couples et combinés par Mendel sont donc réellement indépen-

dants. Ce sont : la forme des graines mûres (rondes ou anguleuses), la coloration des cotylédons de la graine (jaune ou vert), la coloration du tégument de la graine (gris-brun ou transparent), la forme de la gousse mûre (uniforme ou étranglée), la distribution des fleurs (en grappes ou en ombelles) et la taille des tiges (pois à rames ou pois nains).

La démonstration de l'indépendance des caractères qui, associés, définissent les variétés, constitue l'une des conquêtes les plus importantes du *Mendélisme*. Elle est interprétée par les Néo-Darwiniens comme un argument important en faveur des théories relatives à la représentation matérielle des caractères dans les cellules sexuelles.

Mendel est allé plus loin. Il a donné une explication physiologique de la dissociation des caractères des hybrides, explication qu'on pourrait croire calquée sur le raisonnement de Naudin relatif au retour des hybrides d'espèces à leurs essences spécifiques (p. 111). Il est peu probable cependant que le moine Mendel ait eu connaissance, avant 1865, d'un mémoire publié en 1863 dans une langue qu'il ne lisait pas. La découverte de Mendel s'est faite indépendamment de celle de Naudin, bien que l'analogie des textes aille jusqu'à l'identité de certaines expressions.

Mendel remarque que « chez *Pisum*, il apparaît des formes constantes parmi les descendants des hybrides, et cela pour toutes les combinaisons de caractères associés. » Or, ces descendances constantes (pures) ne peuvent provenir que d'ovules et de grains de pollen exactement complémentaires. De plus, les formes constantes apparaissent dès la seconde génération; elles naissent d'une seule plante et parfois d'*une seule fleur* de l'hybride. « Il doit donc se former, dans l'ovaire de l'hybride d'une part, dans les anthères de l'hybride d'autre part, autant de sortes d'ovules, autant de sortes de grains de pollen qu'il y

a de combinaisons constantes possibles. » Enfin, si cette hypothèse est justifiée par les faits, on doit admettre aussi que les différentes sortes d'ovules et de grains de pollen se forment, pour un hybride donné, en quantités égales.

Dans ces conditions et n'étudiant qu'un couple de caractères *A* et *a*, on peut imaginer dans l'hybride

les ovules	A	A	a	a
	|	><		|
et les grains de pollen . . .	A	A	a	a

qui pourront s'associer avec un nombre de chances égales suivant les traits, ce qui donnera les plantes :

(AA) (Aa) (aA) (aa)

ou, d'après la nomenclature adoptée plus haut pour distinguer les plantes pures et les plantes hybrides :

A 2 (Aa) a

L'expression qui représente l'ensemble des plantes de diverses catégories obtenues dans le mélange sexuel d'un seul couple de caractères sera

$$A + 2Aa + a,$$

formule qui fut établie empiriquement d'après les données de l'expérience.

« Dans une plante hybride, *les cellules sexuelles, prises isolément, se comportent donc comme des cellules sexuelles pures.* »

Par suite de la coexistence sur la même plante, dans la même fleur, de cellules sexuelles en nombre égal, mâles et femelles, correspondant aux deux caractères d'un même couple, il se produit à chaque génération des plantes *pures* et des plantes *hybrides* réparties suivant les proportions :

n	plantes pures à caractère dominant	n*A*.
2n	plantes hybrides	2n*Aa*.
n	plantes pures à caractère récessif.	n*a*.

L'expression de la descendance d'une plante hybride autofécondée, à une génération quelconque, est donc :

$$nA + 2nAa + na \quad \text{ou} \quad A + 2Aa + a.$$

L'indépendance des couples de caractères démontrée pour les plantes hybrides est établie, par les mêmes raisons, pour les cellules sexuelles pures, mâles et femelles, portées par les hybrides. Tout se passe, dans la descendance d'un hybride porteur de deux couples de caractères différentiels (Aa) et (Bb), comme si l'on associait les divers grains de pollen et les divers ovules deux à deux suivant toutes les combinaisons possibles.

On peut facilement mettre en relief le mécanisme de ces fusions, en imaginant un tableau symétrique à double entrée, l'une pour les ovules, l'autre pour les grains de pollen, ou bien encore en faisant de proche en proche la série des opérations suivantes :

Pollen	avec ovules :	donne les graines :
AB	AB, Ab, aB, ab	AB, ABb, AaB, ABb.
Ab	AB, Ab, aB, ab	ABb, Ab, AaBb, Aab.
aB	AB, Ab, aB, ab	AaB, AaBb, aB, aBb.
ab	AB, Ab, aB, ab	AaBb, Aab, aBb, ab.

soit : AB + Ab + aB + ab,
+ 2 (ABb + AaB + Aab + aBb),
+ 4 Aa Bb,

c'est-à-dire les graines représentées par les termes de l'expression

$$(A + 2Aa + a)\ (B + 2Bb + b)$$

Cette fois, l'expression algébrique développée correspond bien à l'association de caractères dont on conçoit l'apport par les cellules sexuelles pures des hybrides.

Nous pouvons donc conclure avec Mendel :

« *Les hybrides de* Pisum *produisent des ovules et du*

pollen qui fournissent en nombre égal toutes les combinaisons des caractères réunis par le croisement. »

L'application par Mendel des conclusions de ses expériences avec le genre Pois (*Pisum*) aux hybrides du genre Haricot (*Phaseolus*) ne fut pas heureuse. Il a rencontré des difficultés insurmontables et, préparant la voie que ses émules ont tenté d'ouvrir récemment, il a cherché à décomposer les caractères différentiels apparents en séries de caractères indépendants (Travaux de M. Nilsson-Ehle pour le Blé et l'Avoine, 1909 et 1911).

Mendel a fait aussi cette remarque fort judicieuse : qu'il est impossible de vérifier la loi lorsque le nombre des couples de caractères indépendants est trop élevé. Ainsi, pour 7 couples de caractères différents, la série complète des combinaisons développées comprend au minimum 16.384 individus répartis en 2.187 formes distinctes, dont 2 ne sont présentées que par un seul individu. Pratiquement, on doit, d'après Mendel lui-même, limiter l'usage des lois établies pour le *Pisum* à deux ou à trois caractères différentiels et faire l'examen de la descendance de quelques centaines de formes, sinon les difficultés croissent rapidement. Ainsi, au point de vue pratique, les variétés ne différeront de leurs espèces que par un petit nombre de caractères bien tranchés, formant peu de couples indépendants des autres caractères communs aux deux souches comparées.

Depuis la redécouverte des lois de Mendel par MM. de Vries, Correns, Tschermak (1900), beaucoup de savants, dont MM. Bateson, Baur, Biffen, Hurst, Lock, Nilsson-Ehle, G.-H. Shull, A.-G. Sutton, Philippe de Vilmorin, etc... et moi-même, se sont préoccupés de compléter la liste des variétés qui suivent les lois de Mendel. Dès 1900, M. de Vries avait vérifié leur application au matériel suivant :

Parents :		Récessifs à la
Dominants.	Récessifs.	2e génération.
—	—	—
Aster tripolium.	*A. album.*	27 p. 100.
Agrostemma Githago.	*A. nicæensis.*	24 —
Lychnis diurna.	*L. vespertina.*	27 —
Viola cornuta.	*V. alba.*	23 —
Trifolium pratense.	*Tr. album.*	25 —
Veronica longifolia.	*V. alba.*	22 —
Hyoscyamus niger.	*H. pallidus.*	26 —
Datura tatula.	*D. Stramonium.*	28 —
Solanum nigrum.	*S. chlorocarpum.*	24 —
Chelidonium majus.	*Ch. laciniatum.*	26 —
Lychnis vespertina.	*L. glabra.*	28 —
Œnothera Lamarckiana.	*Œ. brevistylis.*	22 —

Dans cette liste, les six premiers croisements concernent la couleur des fleurs dont les teintes foncées dominent les teintes claires. La même règle est valable pour la coloration des fruits rouge ou noire qui domine la couleur pâle, jaunâtre ou blanche. On peut dire que cette règle est générale.

La découpure des feuilles, caractère de la variété *laciniatum*, est récessive par rapport à l'étalement des lobes du limbe de l'espèce *Chelidonium majus*. L'absence presque complète des poils sur les feuilles et les tiges du *Lychnis glabra* est aussi récessive par rapport à la présence de poils sur l'espèce *L. vespertina* L., plus répandue et plus ancienne. Plusieurs exemples analogues ont permis d'énoncer la régle approchée :

« En général, le caractère systématique important, celui de l'espèce botanique, domine le caractère de la variété. »

Ainsi M. de Vries a montré que :

Papaver somniferum (Pavot Œillette) de taille moyenne domine *P. s. nanum*, qui est la variété naine;

Antirrhinum majus (Mufflier) à fleurs rouges domine *A. m. album* qui porte des fleurs blanches. (Le groupe de Muffliers a été particulièrement bien étudié par MM. Bateson et Ervin Baur);

Zea Mays ordinaire, à grains amylacés, domine le Maïs à grains sucrés (*Z. M. saccharata*) qui est une variété horticole.

De plus, lorsque l'on connaît la date et les circonstances d'apparition de la variété la plus récente, c'est d'ordinaire le type ancien qui domine :

Espèce		Variété ancienne		
Chelidonium majus	domine	*C. laciniatum*	connue depuis	1590
Œnothera Lamarckiana	—	*O. brevistylis*	—	1880
Lychnis vespertina	—	*L. glabra*	—	1880

Mais cette règle souffre quelques exceptions. D'une part, le Maïs à grains nus (*Zea Mays* ordinaire) domine le Maïs à grains enveloppés (*Z. M. cryptosperma*) qu'on croit (peut-être à tort) être une forme ancestrale; le *Datura tatula* à fleurs bleues domine le *Datura Stramonium* à fleurs blanches, qu'on regarde comme l'espèce à cause de sa grande répartition géographique. D'autre part, des formes manifestement plus récentes, en particulier les variétés calycanthèmes de Campanules, de Mimulus, dont les calices sont métamorphosés en corolles doublant les corolles principales, dominent manifestement leurs espèces à corolles simples.

Récemment et après de nombreuses discussions, les auteurs américains, dont M. G. H. Shull, ont fait prévaloir la règle mnémotechnique suivante :

Dans le couple des caractères opposés Aa qui suit les lois de Mendel, on peut toujours traduire l'opposition par les termes *présence* de quelque chose (poil, pigment, diastase...) ou *absence* de ce quelque chose. *La dominance est l'apanage du caractère qui correspond à la présence de quelque chose.*

Ainsi, l'opposition entre les variétés à fleurs blanches et leurs espèces à fleurs colorées se traduit par l'absence de pigment chez les premières, par la présence de pigment (anthocyanine) chez les secondes qui dominent dans les croisements. La variété *Lychnis*

glabra est couverte par un épiderme qui a perdu la propriété de donner des poils; elle est dominée par l'épiderme poilu du *Lychnis vespertina*. Le Maïs amylacé possède en plus des caractères du Maïs sucré une diastase qui fait coaguler les sucres sous la forme d'amidon, etc... Bien qu'il soit facile de montrer que cette règle est purement conventionnelle dans la plupart des cas, il est commode de l'utiliser. Le bon sens et un peu d'habitude permettent d'ordinaire de concevoir comment la variété est née de l'espèce par la mise en latence, par la réduction de quelques caractères qui n'atteignent pas leur développement ordinaire, ce que M. de Vries a désigné sous le nom de *mutations régressives* (1901).

Il reste beaucoup à dire sur les perfectionnements que l'on peut attendre de l'application systématique des lois de Mendel à la sélection des plantes. Il existe quelques bons ouvrages en langue étrangère sur le sujet et j'ai rédigé en français un volume sur les *Problèmes de l'hérédité* ayant pour principal objet la mise au point de cette question; il ne tardera pas à être publié.

Malheureusement, il faut avouer que ces lois, qui sont fort utiles pour classer le matériel d'étude, pour orienter les recherches et pour éviter des tâtonnements inutiles, laissent peu d'espoir de provoquer de réels perfectionnements chez les variétés depuis longtemps en culture. Presque toutes les combinaisons stables qu'il est possible d'imaginer par la substitution des caractères différentiels ont déjà été obtenues et celles que nous ne possédons pas encore sont ou bien peu désirables ou bien destinées à disparaître plus ou moins rapidement. On peut s'en rendre compte par l'étude que M. Hurst a faite des Pois de senteur anglais (*Lathyrus odoratus*). Sans même avoir éprouvé la nécessité de faire de nouveaux croisements, ce sélectionneur compétent a pu donner des

›ms de variétés connues à la plupart des combinai-
ıns théoriques représentées dans son étude par les
sociations de lettres qui représentent les divers
ıractères saillants.

Le réel progrès qui résultera de l'application mé-
ıodique des lois de Mendel à l'analyse des espèces
. de leurs variétés consiste en une méthode de classi-
cation parfaite et définitive, permettant l'enseigne-
ıent rapide et coordonné de ce qui est acquis, puis
ı discussion des difficultés que soulève l'acquisi-
on de toute nouveauté ; ce progrès n'est pas négli-
eable. Aux catalogues confus et embrouillés souvent
dessein, où la même forme et parfois le même indi-
idu porte plusieurs noms différents, les marchands
rainiers avisés, les collectionneurs et les stations
'essais de semences tendent à substituer les regis-
res à double entrée où chaque variété stable est
gurée d'une part, par sa formule génétique (décom-
ıosition en facteurs indépendants de ses caractères
listinctifs) et d'autre part, par sa généalogie réelle
t son ordre de mise en culture dans la collection.
'ai vu à Svalöf des tableaux généalogiques dont
haque case correspondait à une formule génétique
t les gradations dans les couleurs des graines de
Pisum ou de *Vicia* indiquaient mieux que tout rai-
sonnement que le travail de perfectionnement était
terminé. Lorsque toutes les cases sont remplies, il
n'y a plus de progrès à attendre du matériel en ques-
tion, tous les efforts nouveaux ayant pour résultat de
donner des combinaisons déjà obtenues. Pour une
station de perfectionnement des semences, ce n'est
pas un résultat négatif que de savoir que l'améliora-
tion par le croisement est terminée.

D'autre part, on obtient de temps à autre des *muta-
tions*, ou variétés nouvelles. Telle est pour le genre
Pois, la curieuse tendance à fournir des graines acco-
lées les unes aux autres par leurs faces latérales. Les
Pois-Chenille, comme les nomme M. Philippe de Vilmo-

rin, sont de réelles nouveautés héréditaires de l'espèc
Pisum sativum et les génétistes compétents savent pré
voir le petit nombre d'opérations nécessaires pou
communiquer ce caractère de nouveauté à toutes le
variétés horticoles et systématiques de l'espèce *Pi*
sum sativum.

L'avantage de la classification des variétés par le
formules génétiques résulte de ce que la découvert
d'une variation nouvelle et héréditaire se complè
immédiatement par la préparation d'un grand nomb
de nouveautés. Souvent même la première varia
tion n'est pas introduite dans le commerce, alor
que ses dérivées par le croisement y trouvent u
grand succès. L'art du sélectionneur consiste à com
biner la nouveauté avec la variété ancienne qui met
tra le mieux en relief les avantages que la premièr
apporte.

Ces progrès malheureusement ne s'étendent pas
la grande majorité des hybrides. Seuls les croise
ments de variétés de la même espèce sont régis stric
tement par les lois de Mendel et, s'il y a intérêt dan
la pratique à faire des croisements entre espèces, a
point de vue théorique toute certitude disparaît dan
ces essais. Ce qui était clair, précis et rigoureux a
sens mathématique du mot, n'est plus ici que confu
sion et désordre. Il faut même regretter l'engouemen
de certains génétistes qui, plus mendéliens que Men
del, détruisent la véritable beauté de son œuvre e
voulant étendre le domaine des lois aux cas où elle
ne peuvent manifestement être appliquées sans êtr
déformées.

La première condition à observer est que *les hybri-*
des soient aussi fertiles que leurs parents; cette restric-
tion aux applications des lois de Mendel a été claire-
ment mise en évidence dans cet ouvrage par l'expos
en deux chapitres différents de ce qui correspon
aux croisements de variétés et de ce qui correspond

x croisements d'espèces. Nous n'y reviendrons pas. Il faut en outre que les variétés diffèrent de leur pèce par des *caractères nets*, bien définis, pouvant re des couples *indépendants* avec les caractères corspondant de l'espèce. Le raisonnement algébrique Mendel n'est plus valable s'il existe des liaisons tre les caractères de variétés.

Le mot *variété régressive* adopté par M. de Vries aduit bien cette position particulière de la forme ır rapport à l'espèce; la dominance de l'espèce corspond le plus souvent à la présence d'un caractère ı d'une qualité qui manque à la variété et n'est ıs indispensable à l'équilibre des autres caractères.

Les lois de Mendel peuvent cependant régir l'héréité de caractères peu distincts, qu'on traitera par . pensée comme indépendants, mais à la condition xpresse de justifier cette interprétation par des xpériences de contrôle nombreuses et répétées pour haque cas particulier. Ainsi M. Nilsson-Ehle a été onduit par des expériences fort intéressantes à déouvrir que la couleur rouge du grain de Blé diffère e la couleur blanche d'un autre grain de Blé de la nême espèce par un ou plusieurs couples de caractères lifférents. Pour interpréter des résultats numériques nattendus, il a imaginé la présence de plusieurs ouges R_1, R_2, R_3, indépendants, pouvant se superpoer ou rester partiellement en latence et représentés .lors par les symboles des récessifs r_1, r_2, r_3 ; l'observateur ne peut constater que la latence complète.

Les proportions de rouges et de blancs dans les ormules de disjonction ne sont pas dans le rapport le 3 à 1, puisque R_1, r_2, r_3 ou r_1, R_2, r_3 ou r_1, r_2, R_3 ou r_1, R_2, R_3, etc., se comportent pour l'œil comme R_1, R_2, R_3. L'interprétation de M. Nilsson-Ehle n'aurait pas été acceptée s'il n'avait montré, par la culture des lignées hybrides en troisième génération, que l'on obtenait les lignées stables et distinctes que faisait

prévoir l'hypothèse de plusieurs séries de caractères indépendants.

Récemment, le même auteur a appliqué ce mode de raisonnement à des caractères d'un ordre tout différent, à la résistance des plantes au froid, à la résistance des plantes aux maladies parasitaires ; mais cette extension des lois de Mendel à des caractères mal définis n'est pas justifiée. Il suffit même de constater que la résistance à la Rouille est fonction de la fumure azotée du sol, fonction de la vigueur et de l'âge des plantes pour reconnaître que le principe de l'indépendance des caractères auxquels doivent satisfaire les couples mendéliens n'est pas observé en ce cas.

L'application des lois de Mendel aux variétés proprement dites, définies par la disparition d'un caractère indépendant des autres caractères de l'espèce, permet enfin d'aboutir assez rapidement à la *préparation de lignées pures* dans un matériel de plantes où l'autofécondation répétée est dangereuse pour l'avenir de la lignée. Voici comment j'ai appliqué ces lois à la conservation de la variété à grains blancs du *Zea Mays præcox alba*, obtenue dans mes cultures expérimentales de 1904, après des mutilations (1).

Cette variété dérive manifestement d'un individu unique et lorsqu'on l'isole, elle ne tarde pas à donner des plantes chétives, rabougries, donnant très peu de graines ; pour la régénérer, il faut en féconder les ovaires avec le pollen de l'espèce *Zea Mays præcox* à grains jaunes ; on obtient alors un hybride de première génération qui n'a que des grains jaunes, par dominance de l'albumen jaune sur l'albumen blanc caractéristique de la variété. Pour revenir à la variété pure *Zea Mays præcox alba*, il faut opérer comme il suit :

(1) Voir *Mutation et traumatismes*, 1907, p. 187-191 et *Les Transformations brusques des êtres vivants*, 1911, p. 304.

a) Les grains jaunes hybrides sont semés à part, isolés de toute parcelle de Maïs à grains jaunes d'une autre provenance. Il se produit alors une disjonction, dans les cellules sexuelles de l'hybride de première génération, qui a pour résultat de faire apparaître sur les épis mûrs 25 pour 100 de grains blancs; *ce sont des récessifs, qui sont purs.* Si l'on a eu soin d'éviter tout apport de pollen étranger, ils sont régénérés par l'action efficace du mélange sexuel et momentané avec l'espèce souche *Zea Mays præcox* et ils donnent pendant quelques années des descendants vigoureux.

b) On peut encore intercaler, entre les plantes élevées des graines hybrides, des plantes provenant des graines pures de la variété dégénérée *Zea Mays præcox alba;* on récolte ainsi une proportion beaucoup plus élevée de grains blancs, tous de lignée pure. Mais les récessifs seuls sont régénérés; on aura soin par conséquent de n'employer pour les ensemencements ultérieurs que les grains blancs récoltés sur les plantes hybrides.

c) Enfin, et c'est la meilleure méthode, on peut utiliser le fait que l'espèce *Zea Mays præcox* à grains jaunes est polymorphe et renferme plusieurs lignées différentes que le sélectionneur connaît bien. J'appelle L_1 et L_2 deux de ces lignées à grains jaunes; on réalisera les hybrides

α_1 = *Zea Mays præcox* var. *alba* × *Z M. præcox* type L_1,
α_2 = *Zea Mays præcox* var. *alba* × *Z. M. præcox* type L_2,

puis le croisement $\alpha_1 \times \alpha_2$ et le croisement réciproque $\alpha_2 \times \alpha_1$.

On obtient ainsi des grains blancs de la variété *alba*, purs au point de vue de ce caractère (grains blancs), impurs au point de vue des caractères qui distinguent les formes L_1 et L_2 et par conséquent beaucoup moins sujets à la dégénérescence que si

nous n'avions fait intervenir que la lignée L_1 dans la régénération, ce qui constitue un grand avantage.

BIBLIOGRAPHIE

GREGOR MENDEL. — Versuche über Pflanzenhybriden (*Verh. Naturf. Ver. in Brünn.*, t. X, 1865 et 1869). Mémoire réimprimé dans *Flora*, 1901, et dans la collection *Ostwald's Klassiker*, n° 121. Traduction anglaise dans *Journal R. Horticult. Soc. London*, 1901, t. XXVI. Traduction française sous le titre **Recherches sur les plantes hybrides** par A. CHAPELLIER, dans le *Bulletin scientifique de la France et de la Belgique*, t. XLI, 1907.

H. DE VRIES. — Sur la loi de disjonction des hybrides. (*Comptes Rendus Ac. des Sc. Paris*, t. CXXX, 26 mars 1900.)

H. DE VRIES. — *Die Mutationstheorie*, II, Bastardslehre. Leipzig, 1903.

CORRENS, C. — Mendel's Regel über das Verhalten der Nachkomnenschaft der Rassenbastarde. (*Ber d. deut. bot. Gesellss.*, t. XVII, 1900.)

TSCHERMAK, E. — Uber künstliche Kreuzung bei *Pisum sativum*. (*Zeits. f. d. landw. Versuchw. in Œsterr*, 1900, t. III.)

CUÉNOT, L. — La loi de Mendel et l'hérédité de la pigmentation chez les souris. (*Archives Zool. expér. et générale. Notes et Revue*, 1902, 1903, 1904, 1905 et 1907.)

BATESON, W. — *Mendel's principles of Heredity*, 1902.

H. DE VRIES. — *Espèces et variétés, leur naissance par mutation*, 1905. Traduction française, 1908.

BLARINGHEM, L. — *Mutation et traumatismes*. Paris, 1907.

BLARINGHEM, L. — Sur les hybrides d'Orges et la loi de Mendel. *C. R. Ac. des Sciences, Paris*, t. CXLVIII, 1909, p. 854.

NILSSON-EHLE. — *Kreuzungsuntersuchungen an Hafer und Weizen*. Lund, 1909-1911.

BLARINGHEM, L. — Les règles de Naudin et les lois de Mendel relatives à la disjonction des descendances hybrides. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 1911, t. CLII.

Blaringhem, L. — *Les transformations brusques des êtres vivants*. Paris, Flammarion, 1911, chap. iv et v.
Cuénot, L. — *La genèse des espèces animales*. Paris, 1911.

Un très grand nombre d'ouvrages et de mémoires en anglais et en allemand traitent le sujet avec ampleur, tels que :

R.-C. Punnett. — *Mendelism.*, 1907, 2e édition.
W. Bateson. — *Mendel's Principles of heredity*, 1909.
R.-H. Lock. — *Recent progress in the study of variation, heredity and evolution*, 1909.
Johannsen. — *Elemente der exakten Erblichkeitslehre*. Iéna, 1909.
E. Baur. — *Experimentelle Vererbungslehre*. Berlin, 1911, etc.

On trouvera l'analyse des principaux travaux parus depuis 1910 dans *Bibliographia evolutionis*, revue annuelle publiée comme complément du *Bulletin scientifique de la France et de la Belgique* et le relevé des recherches faites antérieurement dans :

Ph.-L. de Vilmorin. — *La génétique et la quatrième conférence internationale de la Génétique*. Paris, 1910, 51 pages.

CHAPITRE VI

Les hybridmutations et les mutations.

Hybridmutations des Pois de senteur et des Pois potagers expliquées par la théorie des facteurs; cas des Orges à épis fragiles.

Caractères des mutations proprement dites d'après M. de Vries; variations brusques, discontinues et héréditaires; polymorphisme de certaines mutantes. — Conceptions de Korshinsky relatives au rôle de l'Hétérogénèse dans la production des espèces sauvages et des variétés horticoles. — Variétés naines; variétés sans épines de Faux Acacia, de Groseillier, d'Ajonc; variations dans la couleur des feuillages. — Variations de la couleur des fleurs; variétés blanches de fleurs rouges ou bleues, de fleurs jaunes. — Rareté des mutations; considérations sur leurs causes immédiates; rôle des traumatismes et plus généralement des facteurs provoquant des anomalies de végétation.

D'après l'explication physiologique des disjonctions donnée par Mendel, on n'obtient par le croisement de variétés de la même espèce *aucune nouveauté* au sens exact du mot, mais bien des combinaisons nouvelles de caractères et de qualités réparties sur l'un ou sur l'autre parent. Ces lois, qui fournissent une méthode scientifique d'analyse de ce que les sélectionneurs appellent leurs créations, entraînent donc une certaine désillusion puisque les croisements de variétés, les seuls qu'on sache réaliser avec des chances constantes de réussite, ne donnent, en général, que des combinaisons de caractères déjà connues.

Le petit nombre d'exceptions que les génétistes ont rencontrées dans leurs études depuis dix ans est déjà

expliqué. Les plus curieuses ont été remarquées par M. Bateson, dans des croisements de Pois de senteur (*Lathyrus*), par M. Tschermak, dans des croisements de Pois (*Pisum*) et de Haricots (*Phaseolus*), et par moi-même dans des croisements d'Orges (*Hordeum*).

M. Bateson a obtenu des Pois de senteur à fleurs rouges en croisant entre elles deux variétés de Pois de senteur à fleurs blanches. La nouveauté inattendue consiste ici en l'apparition d'un pigment rouge (anthocyanine) réparti sur les fleurs et à l'aisselle des feuilles, que ne possédaient ni l'un ni l'autre des parents, ni leurs ascendants depuis plusieurs générations au moins. On a admis, et cette hypothèse est actuellement acceptée par tous les génétistes, que le caractère couleur rouge, ou présence d'anthocyanine sur certains organes foliacés et floraux, est complexe, qu'il se compose au moins de deux facteurs indépendants : la présence d'un chromogène incolore C d'une part, et la possession d'une diastase D d'autre part; celle-ci fait virer le chromogène et rend visible la couleur rouge.

Ainsi, le Pois de senteur blanc de la lignée L_1, pourvu du chromogène, apporte les caractères *C d*, où la diastase absente est représentée par la lettre minuscule ; le Pois de senteur blanc de la lignée L_2 pourvu de la diastase apporte les caractères *c D*, et leur mélange sexuel fournit un organisme complexe où se combinent les caractères *Cc Dd*, *D* faisant virer au rouge le chromogène *C*.

M. Tschermak a publié en 1911 une étude particulièrement détaillée des cas critiques offerts par le *Pisum*, étude qui est un modèle des preuves à réunir pour mettre en évidence l'activité des facteurs indépendants; il faut la considérer comme une application aux caractères des végétaux supérieurs des progrès de la science bactériologique relative à l'activité ou à l'atténuation du virus des microbes pathogènes. Les travaux des émules de Pasteur ont pro-

voqué de nombreux progrès, tant dans la technique que dans la discussion des phénomènes, progrès qui ont été immédiatement appliqués par les génétistes à la discussion de ces cas critiques; toxines et antitoxines ont pour synonymes dans la langue des génétistes présence et latence d'une qualité, activité et sommeil d'une diastase qui font apparaître ou disparaître le caractère.

On désigne couramment par le mot *hybridmutations* ces cas bien définis d'apparition brusque de caractères héréditaires qui résultent de la combinaison de deux facteurs indépendants, réagissant l'un sur l'autre à la façon d'un acide sur un métal pour former un sel. De nombreuses variétés attendent ainsi une circonstance favorable pour montrer leur constitution intime. On peut se rendre compte de la longue attente des facteurs isolés dans les variétés par l'expérience suivante réalisée dans mes cultures.

Depuis trois siècles au moins, on connaît et on cultive dans l'Inde et le Bassin méditerranéen, une Orge à deux rangs à grains nus, dont Linné a fait une bonne espèce sous le nom de *Hordeum nudum*. Les grains de cette Orge sont libres au lieu d'être soudés aux glumelles; ils se détachent au battage comme de gros grains de Blé un peu aplatis aux extrémités. Mis en farine et traités après une courte fermentation, on retirait autrefois de cette Orge mondée le véritable sucre d'orge; en mélange avec la farine du Blé, on en obtient un pain à saveur douceâtre qui est apprécié dans quelques pays.

Les croisements de cette espèce d'Orge à grains nus avec les autres espèces cultivées à grains enveloppés, telles que l'Orge à deux rangs à épis arqués (*Hordeum distichum nutans*), ou à deux rangs à épis dressés (*H. distichum erectum*), ou à deux rangs et en éventail (*H. Zeocriton* L.), ou à six rangs tordus appelés Escourgeons (*H. tetrastichum pallidum*), ou à six rangs serrés et réguliers (*H. hexastichum pyrami-

datum) donnent toujours naissance à un pourcentage élevé d'hybrides dont les épis se désarticulent à maturité, rendant leur récolte impraticable. Ce caractère particulier, que ne possèdent ni l'un ni les autres parents, apparaît comme un *novum* après le croisement. C'est une hybridmutation entre espèces.

L'expérience est absolument concluante. Depuis les époques les plus reculées, l'agriculteur sélectionne les formes de Céréales dont les épis ne sont pas fragiles, parce que la récolte de ces derniers seule est possible; depuis vingt siècles au moins la plupart de nos variétés cultivées ne donnent plus de ces épis fragiles qui sont caractéristiques, croit-on, des espèces sauvages; or, cette particularité réapparaît à coup sûr dans les croisements dont j'ai parlé. La fragilité des épis paraît donc liée, dans le cas des Orges, à la présence simultanée de deux facteurs indépendants, à celle d'un facteur N, possédé par toutes les Orges cultivées à grains nus, et, je le crois, par aucune des Orges à grains enveloppés, à celle d'un facteur E possédé par toutes les Orges cultivées à grains enveloppés et par aucune des Orges à grains nus. D'après les conceptions des génétistes, la formule de constitution des premières comprend les symboles

Ne (e récessif de E),

la formule de constitution des secondes, les symboles

nE (n récessif de N).

Toutes les plantes résultant de l'hybridation de ces deux groupes et renfermant les symboles NE donneront des épis fragiles dont la récolte est fort compliquée.

Telle est l'histoire et l'interprétation actuelle des principales hybridmutations connues. Elle nous a fait envisager l'application de la règle des facteurs indépendants, telle que M. Tschermak l'a énoncée, à des croisements de variétés (Pois de senteur de M. Bate-

son) et aussi à des croisements de bonnes espèces très divergentes (*Hordeum nudum* L. et *Hordeum tetrastichum* L.). Dans le premier cas, on sait retrouver un à un tous les facteurs qui différencient les souches et on peut préciser leurs associations; dans le second, l'avortement de certaines lignées, des difficultés dans la réussite des croisements réciproques laissent quelques points obscurs. Mais il est commode, même en ce cas, de se servir du langage des mendéliens et d'interpréter les résultats avec leur méthode et leur technique qui précisent les faits, provoquent des expériences et suggèrent des épreuves de contrôle.

En définitive, les lois de Mendel, dont la valeur en tant que lois n'est établie que pour les croisements de variétés proprement dites, à caractères indépendants et offrant une fécondité illimitée, les lois de Mendel deviennent par une extension naturelle une sorte de guide dans l'examen de problèmes qu'il faut bien se contenter de traiter jusqu'ici par approximation. Ce résultat, dû au prodigieux effort des Mendéliens, n'est pas du tout négligeable; mais les précautions à prendre diffèrent dans chaque cas particulier.

Les hybridmutations n'ont été découvertes par M. Tschermak (1903) qu'après les observations de M. de Vries sur les mutations proprement dites (1900). Elles ont en commun un caractère important, capital même, car il fait de ces deux modes de variations un groupe tout à fait à part; toutes deux constituent des *variations discontinues et inattendues* dans des lignées dont on connaît bien les ascendants.

M. de Vries a présenté le premier, en 1899, des considérations précises et générales sur la nature particulière et le rôle de la mutation, c'est-à-dire sur la variation discontinue créatrice d'espèces et de variétés nouvelles. En 1901, puis en 1903, il publia sur le

sujet deux gros traités en allemand, qui sont encore actuellement la mise au point la plus exacte et la question. En 1904, il fit en Amérique une série de conférences qui furent publiées en anglais en 1905, puis en allemand et en français (1908) sous le titre *Espèces et Variétés : leur origine par mutation.* En 1911 enfin, j'ai résumé le sujet dans un ouvrage de petit format intitulé *les Transformations brusques des êtres vivants.* Les problèmes scientifiques et pratiques liés à la notion de mutation sont donc connus ; il me suffira d'indiquer ici quelques points particuliers touchant directement à la question du perfectionnement des plantes.

Les mutations sont avant tout des changements brusques dans la transmission héréditaire des caractères d'une lignée, d'une variété, d'une espèce. On en trouve de bons exemples dans la littérature agricole et horticole ; le suivant est fort suggestif.

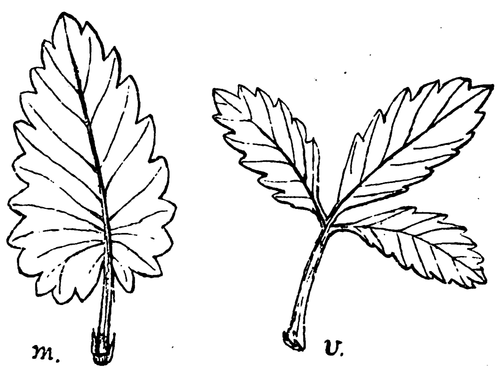


Fig. 26.

Duchesne découvrit, en 1763, dans son jardin du faubourg Saint-Honoré à Paris, une plante de Fraisier (issue du semis des graines d'un Fraisier ordinaire) dont toutes les feuilles étaient simples

(fig. 26); il s'assura par le semis que le caractère nouveau était stable. Cette observation fort bien faite nous apprend comment apparaissent les variétés (Duchesne dit espèces) nouvelles par mutation (cf. *Transformations brusques*, chap. I).

Il ne peut être question ici d'hybridmutation, d'abord parce que les graines du Fraisier semé par Duchesne étaient des graines provenant d'une plante connue, à fruits blancs, qui n'avait pas été croisée avec d'autres; ensuite, parce qu'on ne connaît pas, même actuellement, après des recherches multipliées, de lignée, de variété ou d'espèce qui, croisée avec le Fraisier des bois ordinaire, puisse donner des feuilles à une seule foliole. Ce caractère est bien une nouveauté; on ne l'observe pas à l'état sauvage et il n'existe dans aucune autre sorte cultivée que dans le Fraisier monophylle découvert par Duchesne et dans ses descendants.

La mutation fut *brusque;* le parent du premier Fraisier monophylle n'avait que des feuilles trilobées, et aucune feuille unifoliolée pouvant faire soupçonner la naissance de l'individu à feuilles simples. Duchesne a fort bien noté que le premier individu muté possédait le caractère nouveau dans toute son intensité, développé exactement au même degré que sur ses descendants et leurs fragments. Cultivés à Paris, à Trianon, au Jardin du Roi (actuellement Jardin des Plantes), chez M. de Jussieu et chez différents curieux, ils donnèrent partout des feuilles simples dont la forme est si caractéristique. Depuis un siècle et demi cette lignée, que nous regardons comme une simple variété du Fraisier des bois, n'a pas varié, même par le semis.

L'apparition sur une descendance, d'un caractère nouveau, si peu intéressant qu'il soit en lui-même pour le perfectionnement des plantes, offre toujours un grand intérêt pour le sélectionneur. On se rend

compte, après avoir lu l'histoire de quelques mutations bien étudiées, celles de la Chélidoine à feuilles laciniées de Sprenger (*Chelidonium majus laciniatum*), du Faux-Acacia monophylle (*Robinia Pseud'acacia monophylla*), du Chrysanthème des moissons à fleurs pleines (*Chrysanthemum segetum plenum*), du Maïs précoce et semi-précoce (*Zea Mays præcox* et var. *semi-præcox*) etc., que le processus, un des plus féconds en nouveautés agricoles et horticoles, est régi par des règles très précises. Si l'on perce le mystère de quelques mutations, on ne tarde pas à savoir en provoquer d'autres par des procédés artificiels.

Au point de vue pratique, il faut insister aussi sur un fait mis en évidence par M. Hugo de Vries et retrouvé par moi dans les mutations du Maïs. Il arrive assez souvent, et ce résultat est fort net pour les mutations de l'Œnothère de Lamarck (*Œnothera Lamarckiana*), que les mutations ne sont pas isolées mais apparaissent par groupes, provoquant en quelques générations un véritable polymorphisme spécifique dans un groupe antérieurement homogène. Dans la descendance d'une seule Œnothère à grandes fleurs (*Œnothera Lamarckiana*) autofécondée, M. de Vries réussit à isoler des lignées stables d'*Œnothera nanella*, d'*Œnothera oblonga*, d'*Œn. rubrinervis*, *d'Œn. gigas*, toutes bien définies et constituant autant de nouveautés fixées, puis des lignées *Œn. lata* fort nombreuses mais toutes caractérisées par l'avortement du pollen de leurs étamines, des lignées d'*Œnothera scintillans* toujours instables au même degré, etc.

Je n'insisterai pas ici sur les divergences de ces diverses formes qui sont tantôt de véritables espèces élémentaires, tantôt de simples variétés régressives, voulant seulement retenir l'attention sur le fait que la découverte des *Œnothera nanella* et *Œn. oblonga*, qui est facile, fut suivie à quelques années d'intervalle de la découverte des *Œnothera rubrinervis*,

Œn. gigas, *Œn. scintillaus*, qui est plus délicate.

Il est donc fort important d'examiner avec le plus grand soin les lignées qui donnent des mutantes. On a quelques chances d'en obtenir d'autres avec des caractères tout à fait opposés et en tout cas bien distincts, qui permettent la sélection ou la ségrégation après croisements de qualités héréditaires dans le sens le plus favorable à l'homme.

Une lignée en mutation est dans une période de déséquilibre fonctionnel qui correspond à ce que les anciens sélectionneurs, en particulier Louis Vilmorin (1840), appelaient l'ébranlement de la lignée. C'est une source de variations inattendues, qu'on pourrait chercher en vain pendant des siècles dans la descendance d'une lignée pure en équilibre. Aussi les nouveautés de l'ordre des mutations trouvent toujours un bon prix chez les horticulteurs, même lorsqu'elles n'offrent par elles-mêmes aucun avantage réel sur les variétés connues; les acheteurs espèrent en tirer, avec un peu d'habileté, des améliorations qui n'ont pas été remarquées par les premiers obtenteurs.

Les progrès de l'art horticole et même ceux de l'agriculture résultent en grande partie des mutations et, pour en donner quelques preuves, j'analyserai rapidement dans ce chapitre l'importante monographie publiée par Korschinsky en 1901 sur *l'hétérogénèse* (1) ou déviations héréditaires des types.

« Au début de mes études sur le sujet, dit Korschinsky, je me suis efforcé de noter les changements d'espèces dus à l'influence de variations continues et graduées comme l'enseigne Darwin. Ce fut l'objet précis de plusieurs voyages en Russie et en Sibérie;

1. L'ouvrage de M. Korschinsky, ancien directeur du Jardin botanique de Saint-Pétersbourg mort en 1900, a été d'abord publié en 1899 en langue russe; la traduction allemande, due à M. S. Tschulok, de Zürick, a paru en 1901 dans le journal de botanique *Flora* et n'a pas été publiée à part.

plus j'allais, plus j'étais désillusionné; toutes mes observations étaient en faveur de la fixité des types.

« Après avoir étudié les plantes sauvages, je m'occupai des plantes horticoles. Or, ici on peut affirmer que les horticulteurs n'ont jamais amélioré une race par la sélection de caractères individuels ; par contre, toutes les nouvelles variétés (à l'exception des hybrides) dont l'origine nous est connue sont des déviations brusques, apparues dans les espèces pures ou dans les hybrides. » Il se pourrait, ajoute Korschinsky, que les déviations brusques jouent le même rôle dans la nature et nous fournissent les variations nécessaires à l'édification de la théorie de Darwin.

Nous nous contenterons d'examiner quelques faits horticoles qui ont conduit Korschinsky à une théorie analogue de celle de M. de Vries sur l'origine des espèces sauvages. La discussion des preuves réunies par le savant russe au point de vue du mécanisme de l'évolution ne rentre pas dans le cadre de cet ouvrage; mais les faits eux-mêmes offrent un grand intérêt pratique parce qu'ils ont été recueillis avec méthode dans des mémoires et des journaux horticoles publiés durant un demi siècle, surtout par des observateurs français, par Godron, Naudin, les Vilmorin, Clos, Carrière, Verlot, et d'autres encore; en attirant l'attention sur eux j'espère provoquer la réunion de nouveaux renseignements dont l'intérêt n'est pas à négliger.

Parmi les variations de croissance, Korshinsky signale les variétés naines des Catalogues des horticulteurs désignées par les suffixes *nana*, *pumila*, *compacta*, etc. ; toutes ont pour origine des variations brusques. *Tagetes signata pumila* est né en 1861 dans les semis de la maison Vilmorin et s'est maintenu depuis. *Ageratum cœruleum nanum* est apparu deux fois dans les mêmes pépinières ; la première mutante n'a pas donné de graines, la seconde en a fourni qui

sont le point de départ de la variété stable mise dans le commerce. De même, on obtint *Prunus Mahaleb nana* en 1835, *Lonicera tartarica nana* en 1844, *Acer campestre nanum* en 1874, *Clematis viticella nana* en 1877, etc... En étudiant les Conifères, Carrière s'étonne (1861) de la grande fixité du nanisme de quelques variétés non isolées telles que les *Biota orientalis aurea*, dont 308 individus de semis sur 328 offrent les caractères de la mère ; la précocité de cette forme est merveilleuse, puisqu'elle fructifie souvent à trois ans.

La disparition des épines a été souvent notée par les horticulteurs, dont elle retint l'attention presque au même degré que le nanisme. Le *Gledistchia triacanthos* sans épine a une origine inconnue, mais la forme *Gledistchia sinensis inermis* est apparue dans des semis, de même que le Faux-Acacia (*Robinia Pseud'acacia inermis*), en 1883, en 1859 et en 1873. On possède aussi de ce dernier arbre un individu à port pleureur ayant l'aspect d'un parasol, qui fut obtenu de graines par Boulogne, jardinier à Clamart; il n'avait pas fleuri en 1817 lorsqu'on le décrivit et je ne sais s'il a donné une descendance ou même s'il existe encore.

En 1867, Billard, horticulteur à Fontenay-aux-Roses, obtint de graines des Groseilliers à maquereaux sans épines (*Ribes Grossularia* forme *inermis*) dont le caractère s'est transmis ensuite dans les semis, puisque M. E. Lefort les a utilisés pour créer quelques variétés à gros fruits sans épines. J'ai élevé plusieurs des plantes de M. Lefort à Bellevue; elles n'y fructifient pas, bien que bouturées depuis cinq ans et un petit nombre d'épines protège les rameaux âgés; il faut sans doute attribuer ce changement à la sécheresse du terrain très sableux. M. Bruant aurait possédé un Rosier sans épines (1890) fort intéressant que je n'ai pu me procurer.

Toutes ces variations sont peu importantes à côté de celle de l'Ajonc, qui fut l'objet de nombreuses discussions de la part des agriculteurs et des sélectionneurs du milieu du XIXe siècle. L'Ajonc sans épines fut découvert en 1847 par M. Trochu au milieu de plantes d'Ajonc ordinaire (*Ulex europæus*); il y en avait 5 ou 6 pieds parmi des milliers de plantes de l'espèce commune ; leurs rameaux moins ligneux, plus herbacés, plus succulents, ne portant pas ou presque pas d'épines, pouvaient donner, dit-on, un riche fourrage d'hiver que les animaux appréciaient. Cette conquête est perdue.

« Les produits de semis, dit à ce sujet Louis Vilmorin, n'avaient rendu que des plantes épineuses; les boutures n'avaient produit que des sujets peu vigoureux... Pourtant M. Trochu avait isolé les porte-graines pour éviter l'hybridation, employé des semences de deuxième, troisième, quatrième génération, mais sans succès... C'était une monstruosité spéciale à quelques plants qui ne se reproduisit pas. » Les semis faits ultérieurement à Angers chez M. André Leroy ne permirent même pas de retrouver la lignée; et cependant, lorsqu'on consulte quelques vieux sélectionneurs de la région, qui ont connu ces essais et les circonstances qui les accompagnaient, on s'étonne de leur entendre dire qu'avec les connaissances actuelles on aurait sans doute réussi à fixer la race. Il serait fort important pour l'avenir agricole des sols granitiques de retrouver même un seul individu de l'Ajonc sans épines.

Les variations brusques de coloris des feuilles et des fleurs, transmises par le semis, ont donné lieu à des applications horticoles plus nombreuses. Je signale sans m'y arrêter la curieuse histoire du Hêtre à feuilles pourpres (*Fagus sylvatica* var. *purpurea* Aiton) que M. de Vries a résumée d'après le professeur Jäggi (*Espèces et Variétés*, p. 376); les très nom-

breux arbres des parcs et des forêts de l'Europe viendraient pour la plupart du semis de faînes d'arbres déjà connus en Suisse vers 1610. On possède des variétés de Basilic (*Ocimum basilicum*), d'Oxalide (*Oxalis corniculata* et autres), de Belle-Dame (*Atriplex hortensis*), de Trèfle (*Trifolium repens*), etc... qui donnent constamment des feuilles de cette teinte, de même que les Salades, les Choux et les Betteraves semés dans les jardins depuis des siècles.

Le Dahlia Louis Van Houtte à feuillage pourpre, peu répandu parce que tardif, est cependant une variété recherchée des amateurs; par son croisement avec d'autres formes plus précoces on a obtenu des individus plus florifères possédant les feuilles pourpres de leur ascendant. L'Epine Vinette rouge (*Berberis vulgaris purpurea*) est née de semis en 1853, et bien d'autres encore.

Les nombreuses variétés à feuillage panaché ne sont souvent que des individus bouturés ou greffés. Quant aux véritables variétés héréditaires de Maïs (*Zea Mays japonica foliis variegatis* et *quadricolor*), de Houblon (*Humulus japonicus foliis variegatis*), etc., elles nous viennent du Japon, où l'art de produire des panachures est fort en honneur chez les jardiniers. Avec le Maïs on se rend facilement compte que ces caractères de variétés sont liés à une constitution spécifique bien définie; malgré de nombreux essais, je n'ai pas encore réussi à faire passer ce caractère au Maïs à hautes tiges (*Zea Mays vulgaris* ou *pensylvanica*); seules les lignées de Maïs du Japon (*Z. M. japonica*), beaucoup plus tardives, le présentent pour ainsi dire à l'état endémique, car il est difficile d'en isoler des lignées à feuillage vert, sans panachures, à partir des formes cultivées pour l'ornementation.

Les variations de couleurs des fleurs sont les plus répandues. Mais si l'on classe les plantes horticoles en annuelles, en bisannuelles et en vivaces, on cons-

ate facilement que les variations des premières sont presque toutes stables par semis, que celles des dernières sont mal ou peu fixées. On peut donc affirmer, et cette règle est conforme à la logique, que les semis répétés multiplient les chances d'obtenir des variations stables, des mutations.

Les variétés de couleur blanche comptent parmi les plus communes. Il est certain qu'on en possède ou qu'on en possédera des représentants et des lignées de toutes les espèces horticoles à fleurs rouges ou à fleurs bleues. Dans le chapitre sur les croisements de variétés et à propos des hybridmutations, on a vu que les généticistes regardent les variétés blanches comme dues à l'absence du pigment ou de la diastase faisant virer le chromogène ; cette mise en latence d'un caractère est beaucoup plus facile et se produit plus souvent que l'apparition d'un caractère nouveau pour l'espèce.

Il faut d'ailleurs reconnaître que la latence est rarement complète. Les Violettes à fleurs blanches ne sont pas réellement blanches, mais portent quelques traces de violet; retournez-les sens dessus dessous, vous verrez que l'éperon caché entre les sépales verts est d'une teinte qui rappelle la couleur de l'espèce. De même, les Pavots blancs (*Papaver somniferum*) ont quelques stries roses ou violettes visibles au dos des pétales, qui sont un souvenir de la couleur de la souche. Les Pois de senteur (*Lathyrus*) à fleurs d'un blanc pur sont très rares et, même choisis, leur teinte n'est jamais de la couleur blanc brillant du Pois (*Pisum*). Si la fréquence des variétés blanches ne fait aucun doute, on doit l'attribuer en partie à ce qu'il y a des blancs de diverses qualités que l'œil peu exercé distingue mal; ou plutôt, nous manquons des mots nécessaires pour exprimer la valeur des différents blancs.

Les fleurs jaunes donnent beaucoup plus rarement des variétés à fleurs blanches que les fleurs rouges

ou bleues ; ces mutations ne se sont guère produites avec quelque fréquence que dans le groupe des *Chrysanthemum frutescens* et des *Chrysanthemum carinatum*. Il peut paraître étonnant que M. de Vries n'ait obtenu aucune variété à fleurs blanches des *Œnothera Lamarckiana*, *Œ. biennis*, *Œ. suaveolens*, etc., dont il a isolé de nombreuses mutations qu'on pourrait croire a priori beaucoup plus rares.

La différence entre la facilité d'obtention de variétés blanches à partir d'espèces à fleurs rouges ou bleues et la difficulté à les obtenir de fleurs jaunes tient sans aucun doute à la nature même des pigments qui colorent ces fleurs. Les pigments des fleurs rouges, violettes et bleues sont dissous dans le suc cellulaire ; ils évoluent pour ainsi dire avec la vie de la fleur, comme on le voit facilement sur les Myosotis et sur les Hortensias dont la même fleur passe successivement du rose pâle au rose rouge et parfois au bleu. Les pigments jaunes au contraire sont portés par des corpuscules définis, des chromoleucites, dont la fixité est comparable à celle des chloroleucites porteurs de la couleur verte des feuilles ; aussi n'y a-t-il rien de commun entre ces deux séries de latences traduites par les mêmes mots. Une variété blanche d'espèce à fleurs jaunes doit être comparée à une variété à feuillage doré (*aurea*) d'une espèce à feuilles vertes plutôt qu'à toute autre variation.

Cependant, on connaît des espèces de fleurs dont le jaune, le rouge, le bleu et le blanc s'associent pour donner divers coloris de variétés classées par les fleuristes comme équivalentes ; les Mufliers, les Ageratum, les Primevères, les Giroflées Quarantaines (*Mathiola*), les Rosiers, les Dahlias et autres renferment des lignées de toutes ces couleurs pures ou associées à divers degrés. Il est facile de voir sur ces plantes que les couleurs se comportent indépendamment les unes des autres, se superposent ou se distribuent comme les pierres d'une mosaïque.

On peut s'assurer aussi que l'espèce sauvage renferme les différents pigments. Le Muflier a fleurs jaunes est un Muflier sauvage dont le rouge à disparu, c'est-à-dire une forme de Muflier à suc cellulaire blanc, tandis que la coloration jaune portée par les xantholeucites de la gorge gagne toute la surface du tube de la corolle à partir des lèvres. La variété jaune du Muflier est donc une variation régressive pour le caractère pigment rouge presque totalement disparu et une variation progressive pour le caractère leucites jaunes qui s'étalent, augmentent en nombre et en importance. Or, ces changements de coloris apparaissent toujours sans transition. Avec une connaissance exacte des différentes variétés et un peu d'habitude, on se rend bien vite compte du mécanisme très simple par lequel se produisent ces variations qui sont toujours brusques et transmises par le semis. Ce sont de bonnes mutations.

L'histoire de la duplicature des fleurs donnerait lieu à des observations du même ordre. La duplicature se produit par des processus très différents chez les Renonculacées et les Rosacées, chez les Œillets, ou encore chez les Crucifères; dans chaque cas, la mutation offre un aspect particulier, avec ses règles propres. Quant à la duplicature des capitules de Composées, elle est régie par des lois très différentes dont M. de Vries nous a donné un très bel exemple. (Voir la discussion à ce sujet dans *Espèces et Variétés*, p. 307 à 324, et *Les transformations brusques*, chapitre XIX.)

Les variations dont nous venons de parler sont toujours très saillantes, retenant l'attention du jardinier et de l'observateur même inexpérimenté; ce sont de réelles déviations du type qu'on classe souvent parmi les anomalies. Malgré la fréquence des variétés dans les jardins, où elles sont propagées par le semis

et par le bouturage, on peut affirmer que *les mutations*, c'est-à-dire les variations brusques par lesquelles ces variétés débutent, *sont des phénomènes très rares*. On connaît des espèces cultivées depuis plus d'un siècle qui n'en ont donné aucune, quoiqu'on les propage exclusivement par le semis, sous un climat bien différent de celui de leur patrie d'origine.

L'Epinard de Nouvelle-Zélande (*Tetragonia expansa*) est cultivé en Europe depuis sa découverte par Banks en 1770 et on n'en connaît qu'une seule forme plus ou moins vigoureuse selon la date des semis et la fumure donnée aux plates-bandes.

Le *Begonia semperflorens* peut être propagé par boutures et par semis. Pendant plus de quarante années, de 1829 à 1870, on n'en connut qu'une forme à fleurs blanches. Dans un semis, le pépiniériste Roussel, de Tours, obtint une plante à fleurs rosées dont il récolta les graines qui reproduisirent la nouveauté sans altération; la variété à fleurs roses ainsi obtenue est un peu plus vigoureuse et plus florifère que le type à fleurs blanches. Ces résultats furent publiés en 1881; dix ans plus tard, on annonçait à Blois (1890) l'obtention d'une autre nouveauté stable elle aussi par le semis; c'était le *Begonia semperflorens atropurpurea*, d'un rouge foncé, très apprécié pour l'abondance et le beau coloris de ses fleurs et bien connu actuellement sur le marché sous le nom de Begonia Vernon.

De même, malgré l'attention attirée sur ce point par Duchesne, les éleveurs de Fraisiers à partir de semis n'ont pas obtenu de nouvelles mutations en Fraisier monophylle. On n'a donc trouvé qu'une seule fois en cent cinquante ans une plante de Fraisier à feuilles simples (fig. 26); elle a donné la variété *Fragaria vesca monophylla*, propagée depuis un peu partout. Mais il ne semble pas qu'on ait quelques chances d'en obtenir prochainement un autre exemple. On a décrit, en 1859, des Fraisiers à feuilles

pourvues de 5 folioles sous le nom de variété *Fragaria quinquefolia*, et j'ai moi-même obtenu (1911) dans des semis de graines hybrides, plusieurs individus différents offrant cette tendance à un très haut degré. La variation à cinq feuilles paraît donc plus fréquente, mais n'est peut être pas aussi stable.

L'hybridation, de fréquentes introductions dans des pays étrangers sous des climats variés, des mutilations et quelques autres procédés dont on connaît mal l'influence sont capables, à mon avis, d'ébranler les lignées les plus stables et d'en déterminer la mutabilité. Pour aboutir à un résultat pratique, il n'est pas du tout nécessaire de trouver des individus



Fig. 27.

dont les caractères offrent un intérêt immédiat pour le sélectionneur ; il suffit que les individus diffèrent par des anomalies, par des modes de croissance très particuliers et inattendus, de l'ensemble des autres individus de la même lignée.

J'ai obtenu, après des mutilations graves, des variétés stables et même des espèces élémentaires nou-

velles plus précoces que le point de départ. Cette découverte fut complètement inattendue. Ayant remarqué que la section au ras du sol de tiges de Maïs de Pensylvanie en pleine croissance provoquait le développement abondant de rejets fasciés (fig. 27) dont les grappes portaient des fleurs femelles au lieu de fleurs mâles, j'eus l'idée de semer les graines développées dans ces conditions anormales ; elles n'avaient guère plus de deux mois de croissance, étaient plus petites que celles de l'espèce et cependant bien mûres, car la maturité dépend plus de la dessiccation que de la nourriture.

La plupart des plantes obtenues de ce semis furent monstrueuses, à grappes fasciées, à fleurs hermaphrodites, à tiges tordues et à feuilles soudées ; quelques-unes étaient beaucoup plus précoces que leurs sœurs et l'une d'elles, très précoce, était complètement défleurie quand les autres plantes du lot commencèrent à donner du pollen. Cette plante unique est l'origine de la nouvelle espèce *Zea Mays præcox* à gros grains amylacés, fleurissant dès le début de juillet et donnant des épis mûrs en août aux environs de Paris.

L'étude de cette variété et des circonstances de sa production, beaucoup d'autres observations faites sur le Maïs, sur le Tabac, sur les Nigelles et les Pavots m'ont convaincu de la possibilité de provoquer artificiellement l'état de déséquilibre qui prépare les mutations. En 1905, j'énonçais les propositions suivantes, auxquelles je n'ai rien à retrancher :

« Les traumatismes violents qui parfois détruisent l'individu, provoquent souvent le développement surabondant de rejets dont tous les organes, tiges, feuilles, fleurs et fruits, montrent des déviations considérables du type spécifique et constituent de véritables monstruosités. Grâce aux mutilations, on peut mettre la plupart des végétaux dans l'état d' « affolement » qui est, pour les horticulteurs, la période de

la vie de l'espèce qui fournit les nouvelles variétés ».

« Parmi les plantes que des mutilations ont mises dans l'état d' « affolement », état qui correspond à un déséquilibre du type moyen, un certain nombre présente des anomalies partiellement héréditaires. Dans leur descendance, celles-ci fournissent, en outre des anomalies graves,. des plantes normales ayant repris l'équilibre ancestral et de très rares individus présentant des anomalies légères. Ces dernières sont totalement héréditaires et constituent des variétés complètement nouvelles et stables ».

Aux mutilations violentes j'ajouterai, comme causes immédiates de déviations remarquables, les piqûres d'insectes, les cultures sous châssis en terre très riche et humide et tous les procédés par lesquels les jardiniers font des monstres à partir des plantes les plus vulgaires. Les vraies mutations sont cependant des raretés ; il faut beaucoup de soins et souvent un heureux hasard pour les découvrir et ensuite les isoler.

BIBLIOGRAPHIE

Hybridmutations :

BATESON. — *Reports to the Evolution Committee* of the Royal Society, 1905 et 1906, London.

E. TSCHERMAK. — Die Theorie der Kryptomerie und des Kryptohybridismus. *Beih. Bot. Central,* 16. 1904.

E. TSCHERMAK. — Examen de la théorie des facteurs par le recroisement méthodique des hybrides, *IVe Conférence internationale génétique,* 1911.

L. BLARINGHEM. — Recherches sur les hybrides d'Orges *C. R. Ac. des Sciences,* Paris, 1908 et 1909.

Mutations :

DUCHESNE. — *Histoire naturelle des Fraisiers,* 1766.

LAMARCK et POIRET. — Article *Variété* dans l'Encyclopédie méthodique, t. VIII (1800).

ISIDORE GEOFFROY SAINT-HILAIRE. — *Traité de Tératologie*, 3 vol., 1832.

MOQUIN-TANDON. — *Eléments de Tératologie végétale*. Paris, 1841.

L. VILMORIN. — *Sur un projet d'expériences ayant pour but de créer une variation d'Ajonc sans épines se reproduisant de graines*. Angers, 1851.

NAUDIN. — Cas de monstruosités devenus le point de départ de nouvelles races de végétaux. (*C. R. Ac. des Sciences, Paris*, t. LXIV, 1866, p. 929.)

MASTERS. — *Vegetable Teratologie* (1868).

L. VILMORIN. — *Note sur l'hérédité*. Angers, 1856.

DARWIN. — *Variations des animaux et des plantes*, 1868, 2 vol.

A. GODRON. — *Des races végétales qui doivent leur origine à une monstruosité*. Nancy, 1874.

CARRIÈRE. — *Sur la production des variétés par le semis*, 1866.

VERLOT. — *Sur la production des variétés et leur propagation par le semis*, 1866.

KORSCHINSKY. — *Heterogenesis and evolution*. Flora, 1901.

H. DE VRIES. — *Die Mutationstheorie*, 2 vol. Leipzig, 1901 et 1903.

H. DE VRIES. — *Espèces et variétés, leur naissance par mutation*, 1905. Traduction française, par BLARINGHEM, 1908.

COSTANTIN J. — *Le transformisme appliqué à l'agriculture*. Paris, 1906.

L. BLARINGHEM. — *Mutations et traumatismes*. Paris, 1907.

L. BLARINGHEM. — *Les transformations brusques des êtres vivants*. Paris, 1911.

CHAPITRE VII

La Sélection.

Sélection des mutantes et des hybridmutations. — Sélection des hybrides; retours fréquents ou possibles. — Sélection des espèces élémentaires et des variétés; sélection des lignées pures.
Variations fluctuantes; définitions et représentation graphique. — Choix des individus; régression. — Limites de la sélection.

Les mutations qui donnent des variétés et parfois des espèces élémentaires nouvelles, nées brusquement et stables dès leur apparition, sont des phénomènes trop rares, trop peu frappants aussi pour entraîner des modifications notables de la flore sauvage ou cultivée, sans l'intervention de la sélection.

La sélection naturelle sera très efficace, par exemple, lorsque la mutation aura pour effet d'augmenter les chances de propagation ou de diminuer les causes de destruction. On peut s'en rendre compte avec les mutantes de l'*Œnothera* découvertes par M. de Vries. L'espèce *Lamarckiana* est bisannuelle; ses graines germent au printemps et donnent en première année des racines charnues surmontées de rosettes de feuilles qui rappellent de petites Betteraves; la hampe florale s'épanouit au printemps suivant et donne d'ailleurs, en abondance, des graines fécondes que les oiseaux dispersent. Dans les dunes de la Hollande et de la Belgique, les Œnothères gagnent du terrain d'année en année par la propagation des graines de quelques plantes qui échappent à la voracité des ron-

geurs. Presque toutes sont dévorées pendant l'hiver à la période de disette que provoquent le froid et les bourrasques répétées.

Imaginons que l'Œnothère de Lamarck y donne des mutantes *nanella;* celles-ci ont une forte tendance à fleurir et même à mûrir leurs graines dès la première année et cet avantage qu'elles possèdent sur l'espèce initiale est immense au point de vue de leur propagation dans les dunes de Hollande. Parce qu'elles donnent un fort pourcentage de plantes annuelles, la variété n'est guère limitée dans son extension par les ravages des lapins et autres rongeurs; elle forme des racines succulentes dès l'été qui suit la germination des graines à une époque où les Trèfles, les Graminées et les herbes diverses sont une pâture variée et surabondante pour ces animaux. On conçoit que dans ces circonstances particulières, le produit de la mutation se substitue peu à peu à l'espèce, même si les mutantes ne constituent que la centième ou la millième partie des descendants de quelques générations successives.

Or, la sélection artificielle de l'homme, du jardinier est beaucoup plus intense. Les mutations, nous l'avons dit, apparaissent dans les semis de graines comme des anomalies d'une certaine amplitude. Le plus souvent les horticulteurs n'y accordent d'abord pas un grand intérêt; ils les suppriment à l'époque des sarclages et des binages comme des mauvaises herbes. Mais si la mutation se répète, elle finit par attirer l'attention et par provoquer le désir de la fixer, même lorsqu'elle ne présente aucun avantage immédiat sur l'espèce. C'est l'histoire d'un grand nombre de variétés horticoles à feuillage découpé ou frisé, à fleurs offrant un début de duplicature, etc... dont la mode à peu a peu gagné le public. Une mutation horticole a beaucoup plus de chances de subsister qu'une mutation à l'état sauvage.

Au point de vue de la rapidité de fixation des

mutations, il faut tenir compte des circonstances de la fécondation.

Si la plante mutée ne supporte pas l'autofécondation répétée, il est fort rare qu'on puisse l'isoler sans une sélection méthodique appropriée au matériel étudié ; presque toujours les variations même très accusées sont perdues. Ainsi, la panachure (ou la frisure des feuilles) affecte parfois des lignées tératologiques de Maïs ; la variation est surtout marquée à l'âge adulte, au moment où les épis de fleurs femelles ont épanoui leur houppe de stigmates, qui sont pollinisés par les hampes mâles des plantes vertes voisines. A cause de la dominance du feuillage vert, la variation panachée n'apparaît pas à la génération suivante, bien que l'on sème toutes les graines de l'épi récolté sur la mutante, soit deux cents environ. La panachure n'affecte d'ailleurs qu'un petit nombre de fleurs ; quelques graines seulement sont hybrides à ce point de vue et, pour les découvrir, il faut examiner toutes les descendances en seconde génération, c'est-à-dire étudier les produits séparés de deux cents plantes isolées à la première génération ; c'est une tâche fort ardue, qu'on ne peut entreprendre que si l'on est à peu près convaincu de découvrir quelques bonnes panachures, ce qui a rarement lieu. Aussi, on peut affirmer que les mutations des espèces qui supportent mal l'autofécondation (Maïs, Seigle, Sarrasin, Linaire vulgaire, etc.) ne sont pas plus rares que celles des autres espèces, mais les conditions de formation des graines entravent leur sélection naturelle ou artificielle et rendent difficile, parfois même impossible, la séparation des lignées. Les inconvénients sont moindres, quoique encore sensibles, lorsqu'il s'agit de mutations de plantes telles que le Tabac, qui se reproduisent indifféremment après la fécondation directe et après la fécondation croisée ; l'isolement est toujours nécessaire. M. de Vries a discuté cette question dans son étude du *Vicinisme* (*Espèces et*

Variétés, ch. VII, p. 117-136) et je n'insisterai pas davantage sur elle.

L'isolement des mutations est singulièrement facilité lorsqu'il s'agit d'espèces autofécondées, ce qui se traduit par l'acquisition d'une multitude de variétés horticoles. Toutefois, M. Johannsen (1911) a montré pour quelques mutations que le changement brusque peut n'affecter que certaines parties d'une fleur, l'ovaire par exemple, alors que les étamines et leur pollen conservent les caractères de l'espèce souche. Dans ces conditions, la mutation est à la fois une nouveauté et un hybride; une nouveauté parce que l'ovaire n'a plus les qualités héréditaires maternelles. un hybride parce que le pollen y apporte précisément les qualités héréditaires paternelles.

Lorsque la mutation donne naissance à une variété proprement dite, on n'a pas de grandes difficultés à épurer la mutante; on l'obtient en deux générations, comme récessive d'un croisement de variété avec son espèce; c'est ce que M. Johannsen a observé sur des Haricots (*Phaseolus*) en 1911. Mais, si les mutantes se comportent comme des espèces élémentaires, les résultats sont plus indécis, à moins que le retour aux formes spécifiques, selon la règle de Naudin, ne soit rapide et très apparent. M. de Vries en a réuni de très beaux exemples dans son étude de la mutante *Œnothera lata;* le pollen de cette nouvelle espèce est avorté et on ne peut la propager qu'après sa fécondation par le pollen de l'*Œ. Lamarckiana.*

Les mutations des animaux supérieurs, celle qui a donné le Mouton mérinos de Mauchamp par exemple, rentrent dans cette catégorie, puisque le changement porte en général sur un seul individu unisexué. Pour épurer la nouveauté, on est contraint d'appliquer la règle de disjonction des croisements, de choisir les récessifs ou, à leur défaut, les hybrides offrant quelques-unes des particularités nouvelles.

Cette épuration de la lignée, qui peut être laborieuse

et beaucoup plus compliquée que dans les exemples précédents, est un des modes les plus fréquents de sélection en vue de la fixation d'une nouveauté; elle constitue une application directe des règles du croisement et peut être facilitée par l'emploi des méthodes mendéliennes d'analyse des descendances.

La sélection des hybrides est bien différente dans sa nature et dans ses résultats. Les nouveautés hybrides, quand elles se reproduisent de semis, sont rarement tout à fait stables; la règle de retour agit avec plus ou moins d'intensité selon les circonstances climatériques, la fumure, les opérations culturales et il est difficile de trouver les conditions d'équilibre qui conviennent au maintien de la combinaison. C'est sans doute dans les races animales de Chevaux et de Bœufs, qui sont des hybrides complexes, que l'on trouverait les plus beaux exemples de sélection des hybrides, mais j'ai eu aussi l'occasion d'en étudier chez des plantes cultivées supportant l'autofécondation continue.

Dans la classification des espèces d'Orges à deux rangs, Linné a distingué l'Orge à grains nus, *Hordeum nudum* dont je ne parlerai pas ici, l'Orge éventail (*Hordeum zeocriton*, fig. 28, *Z*) et les Orges à deux rangs proprement dites (*Hordeum distichum* L.). Plus tard, Schübeler distingua dans celles-ci deux espèces ou groupes d'espèces fort bien caractérisées au point de vue agricole. L'Orge à deux rangs à épis dressés (*H. distichum erectum*) a des épis serrés, compacts, des chaumes raides (fig. 28, *e*); elle mûrit rapidement et résiste bien à la verse en donnant de gros grains à pellicules épaisses. Les variétés *Impériale* d'Allemagne, *Goldthorpe* d'Angleterre, *Svanhals* et *Primus* de Suède, *Cistercienne* de France rentrent dans cette catégorie; elles ont en commun beaucoup de qualités et quelques défauts. Au point de vue industriel, ce

sont des Orges de seconde classe, supérieures aux Escourgeons (*Hordeum tetrastichum* L.), mais inférieures aux Paumelles ou Orges à deux rangs à épis arqués (*H. distichum nutans* L.) plus tardives, à épis lâches, à chaumes peu résistants à la verse (fig. 28, n).



Fig. 28.

Or, l'étude des pédigrées montre que, pour ces dernières, la pureté est rapidement obtenue, qu'elle se maintient partout depuis la Suède jusqu'en Algérie si l'on évite les mélanges accidentels. Il n'en est pas de même des Orges à deux rangs à épis serrés qui satisfont honorablement, mais avec bien plus d'irrégularités, aux analyses botaniques et aux mesures de contrôle; elles offrent même une fixité apparente qui dure souvent quelques générations, puis jouent subitement dans des proportions telles qu'on doit en prohiber l'emploi, du moins comme Orges pures. La Société d'Encouragement à la culture des Orges de Brasserie en France a dû retirer de la culture les

sortes suédoises *Primus* et *Svanhals* qui dégénéraient dans les sols de Flandre et de Picardie où on les avait répandues.

J'ai repris l'étude des lignées d'Orges à épis dressés, tant exotiques que françaises; j'ai réalisé d'autre part des hybrides entre l'Orge à deux rangs à épis arqués et l'Orge éventail de Linné (Orge peu cultivée, mais conservée dans les collections botaniques) et j'ai pu constater après six années d'observations coordonnées que ces diverses formes étaient des hybrides équivalents. A mon avis, tous les représentants de l'Orge à deux rangs à épis dressés sont donc des hybrides plus ou moins fixés après une sélection attentive. Voici comment se fait cette sélection :

L'hybride de première génération F_1 est uniforme et homogène; le sélectionneur en cultive séparément vingt, et même soixante, lignées et constate qu'elles sont toutes différentes à la seconde génération F_2.

Les unes sont des retours à l'Orge éventail, les autres à l'Orge à deux rangs à épis arqués; nous laisserons de côté ces retours plus ou moins marqués aux ascendants.

Le quart environ des lignées hybrides de seconde génération se classe parmi les Orges à épis dressés. Chaque plante de cette dernière catégorie mérite une étude séparée; quelques lignées, une ou deux pour dix, offrent une homogénité qui fait contraste avec les variations des autres. Le sélectionneur les isole; il croit avoir obtenu une bonne lignée hybride fixée, qui sera la nouveauté répandue quelques années plus tard dans la grande culture si elle offre des avantages.

Or, cette fixité est relative et sans doute variable avec le lieu et selon les circonstances climatériques de leur étude; on ne peut donc espérer les conserver uniformes, identiques à elles-mêmes en les multipliant sur des terrains aussi différents par le sol et par le climat que la Suède et d'Algérie; elles n'ont pas les qualités des lignées pures. Alors que le

domaine de l'Orge *Prinzess*, lignée de l'espèce pure *H. distichum nutans*, s'étend depuis l'Algérie jusqu'au nord de la Suède sans altération des qualités de grains, celui des Orges *Primus* et *Svanhals* est limité au sud de la Suède et au nord de l'Allemagne. L'hybride a été sélectionné pour ce climat; il dégénère ailleurs. La sélection des lignées hybrides doit donc répondre à un objet précis aussi limité que possible et elle exige toujours un contrôle répété avec exactitude.

La définition même des espèces élémentaires et des variétés indique comment se fait leur sélection soit dans la nature, soit dans la culture. Les variétés sont des groupes d'individus, qui diffèrent des espèces, auxquelles elles se rattachent sans difficultés, par l'atténuation ou par l'accentuation d'un caractère bien défini; il y a des variétés naines et des variétés géantes de Pois; il y a des variétés à fleurs blanches et des variétés à fleurs pourpre foncé de Mufliers et de Pois de senteur. La sélection de ces variétés dans l'espèce ou au milieu des autres variétés n'est jamais bien délicate si les lignées supportent l'autofécondation pendant quatre ou cinq générations sans que leur fécondité diminue.

Mais le problème est bien plus compliqué lorsqu'il s'agit de séparer les espèces élémentaires les unes des autres, sans doute parce que la définition des espèces élémentaires est plus difficile à préciser. Il n'y a aucune difficulté à séparer des lignées de Blé, d'Orges, de Graminées de prairies, de Légumineuses dans les champs d'expériences; les lots placés côte à côte offrent à certaines époques de l'année, soit à la levée, soit à la floraison ou à la maturité, des différences telles qu'un enfant inexpérimenté n'aurait aucune peine à les constater. Mais comment traduire par des mots précis les nombreuses particularités de détail qui distinguent les espèces élémentaires? Les épis sont en massue, ovales, oblongs, effilés, ovi-

formes; les feuilles sont vert-glauque, jaunâtres, roulées, engainantes, etc.; on reconnaît aussi certains groupes aux poils, aux barbes plus ou moins abondantes et plus ou moins rugueuses. La description et la classification des espèces élémentaires est donc un problème fort complexe, qui ne peut être entrepris que par des hommes experts et spécialisés dans l'étude d'un petit nombre de végétaux. A Svalöf, M. N. Hjalmar Nilsson, puis M. le docteur Nilsson-Ehle se sont occupés de l'Avoine et du Blé; M. P. Bolin puis M. le docteur H. Tedin, des Orges et des Légumineuses; M. J. Wallden et M. E. Ljung étudient le Seigle; M. Fr. Lundberg les Pommes de terre, M. N. Hjalmar Nilsson et le docteur H. Witte les plantes fourragères et le Trèfle, M. J. Karlsson la Betterave à sucre, etc... (1).

Les difficultés de la sélection des espèces élémentaires, atténuées par les aptitudes particulières de ceux qui s'y livrent et par une méthode de travail bien coordonnée, sont d'ailleurs compensées par de nombreux avantages. Il n'y a guère de perfectionnement à attendre de la sélection des variétés proprement dites; depuis longtemps, on connaît les variétés blanches ou roses des Fraisiers cultivés à fruits rouges et peu importe que les épis du Blé soient rouges ou jaunâtres. Au contraire, les espèces élémentaires, si nombreuses et si peu connues que leur nombre peut être décuplé par des recherches méthodiques, constituent un matériel de grand avenir dont on n'a guère tiré parti jusqu'ici. Le laboratoire

(1) Cette division du travail est indispensable dans toute Station dont l'objectif est l'acquisition rapide de semences notablement meilleures, et dont l'avenir dépend précisément de la découverte de formes nouvelles très supérieures à celles qui sont couramment cultivées. Il faut souhaiter la prochaine création, dans les principaux pays d'Europe, d'établissements analogues à celui de Svalöf, pouvant utiliser, chacun dans sa sphère d'action, les nouveautés qui répondent aux besoins des agriculteurs, des industriels et des commerçants.

de Svalöf est le seul à ma connaissance qui ait fait une étude systématique des végétaux de grande culture, et l'effort y fut limité aux formes susceptibles de s'accommoder au climat très spécial des pays Scandinaves. La comparaison de la longue série des Orges pures pédigrées (plus de 120 distinctes et à qualités appréciées par les malteurs), isolées dans les Orges françaises, au petit nombre de celles qui ont été préparées pour la Suède à Svalöf, donne une faible idée de l'amplitude des progrès que provoquerait en France la seule recherche des espèces élémentaires de Blé, d'Avoine, de Pois, de Haricots, etc. Cette recherche doit reposer sur la notion de lignée pure pédigrée (chapitre III).

Quels résultats peut-on attendre de la sélection méthodique de ces lignées? M. Johannsen, professeur à l'Université de Copenhague, un des premiers admirateurs de Svalöf, a exposé en 1903 avec une grande clarté les avantages immédiats de la méthode de séparation des lignées pures et l'inefficacité de leur sélection prolongée. Son travail a eu pour objet les Haricots et les Orges et j'en ai déjà donné des analyses détaillées (*Les Transformations brusques*, p. 233 et suivantes).

Il en résulte que la lignée pure fournit, dès son isolement, l'indication exacte de ce qu'on doit en obtenir; la sélection prolongée ne modifie en rien les tendances héréditaires. En quelques années on pourra constater si les avantages que procure son emploi au point de vue du rendement, au point de vue de la qualité des produits, ou simplement au point de vue de la facilité des récoltes et des opérations culturales, sont au-dessous ou au-dessus de la moyenne des avantages présentés par la population hétérogène dans laquelle on a pris la lignée.

On perd donc en vain beaucoup de temps et d'argent en cherchant à améliorer une lignée pure par la sélection méthodique, par le choix répété chaque

année des meilleurs individus. L'amélioration ne se produit pas; la lignée reste ce qu'elle est, sans altération sensible de ses qualités héréditaires; le gain ne peut porter que sur des qualités passagères qui disparaissent aussitôt que le choix cesse.

Jusqu'ici il n'a été question que de la sélection des caractères et des qualités transmises par le semis, et cela pour ne pas entraîner de confusion avec un groupe de variations tout à fait différentes, très générales dans la nature et jouant un rôle important dans les exploitations horticoles. On s'accorde à désigner ces variations sous le nom de *fluctuations* ou de *variations fluctuantes;* elles se confondent presque toujours avec les *modifications somatiques* dues à la nourriture (chap. III).

Par opposition aux mutations, qui sont des variations rares et inattendues, les fluctuations sont les variations les plus communes, celles qui autorisent à dire qu'il n'y a pas dans la nature deux individus identiques. On trouve toujours des différences de poids, de taille, de vigueur, de précocité entre deux plantes aussi identiques que possible; mais tout le monde sait aussi que ces différences ne sont pas transmises aux descendants.

Les fluctuations sont d'une toute autre nature que les mutations; celles-ci sont des variations discontinues, des étapes qualitatives de l'espèce; les fluctuations sont des *variations continues au sens mathématique* du mot. Entre deux degrés de la variation de poids, par exemple, on pourra toujours trouver dans la même lignée un individu ayant un poids intermédiaire. En augmentant le nombre des observations, en cultivant un plus grand nombre de descendants à partir de la même souche, en perfectionnant les appareils de mesure et en multipliant les dénombrements, on obtient une succession graduée d'individus qui offrent toute la série des caractères

qu'on peut imaginer entre deux limites très rarement atteintes.

Le mathématicien et anthropologiste belge Quételet a indiqué, il y a une cinquantaine d'années, un mode de représentation des variations continues qui en exprime clairement les propriétés. Je vais l'exposer d'après un exemple choisi dans une étude d'épis d'Orges :

Ayant semé les graines d'un seul épi, je prends au hasard 100 tiges, la plus petite de 61 centimètres de hauteur, la plus grande de 123 centimètres, puis je distribue toutes les tiges en classes croissant de cinq en cinq centimètres :

Classes en cm. . . .	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125
Nombre de tiges. . . .		4	7	11	17	20	25	28	24	18	13	6	5	2

Voici en quoi consiste la continuité des variations. Si je divisais les classes 80-85, 85-90 en dix compartiments équivalents, si j'échelonnais par conséquent les classes de cinq en cinq millimètres au lieu de cinq en cinq centimètres, je trouverais peut-être une ou deux cases vides, ne renfermant pas de tiges. Mais ce vide n'est qu'apparent; il tient à ce que j'ai limité le matériel à 100 tiges; si j'en prenais 1.000 dans la même lignée, chaque classe partielle renfermerait autant de tiges que les classes à limites plus larges de la première opération.

On peut représenter l'ensemble des résultats, obtenus par les dénombrements ou par les mesures, à l'aide d'un graphique qui est le *polygone de variation fluctuante* du caractère étudié. Sur une ligne horizontale (fig. 29) représentant les abscisses, on porte des longueurs égales correspondant aux classes de hauteurs des tiges croissantes de cinq en cinq centimètres et, sur des lignes verticales représentant les ordonnées, des longueurs proportionnelles aux nombres de tiges comprises dans chaque classe. On obtient

ainsi une série de points ; réunis de proche en proche, ils donnent le polygone de fluctuation de la taille des tiges d'Orges étudiées.

En géométrie, on établit que la limite d'un polygone (inscrit à l'intérieur d'un cercle) dont on augmente indéfiniment le nombre des cotés tend vers la ligne (circonférence) qui circonscrit la surface du cercle. Il est facile de concevoir, par cette comparaison, comment Quételet, et après lui Galton et M. Pearson ont réussi à substituer aux polygones de variations des caractères fluctuants, des courbes limites construites comme si l'on étudiait tous les membres d'une lignée. Elles n'offrent plus d'angles rentrants et saillants et sont appelées *courbes de Galton* (fig. 30) par les mathématiciens et biométriciens. Les fluctuations de chaque caractère, de chaque

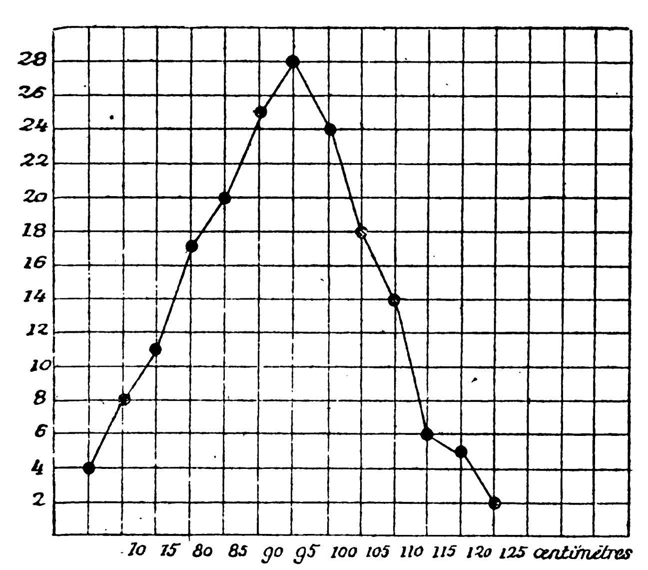


Fig. 29.

lignée peuvent être comparées entre elles à l'aide de courbes analogues tracées à la même échelle.

Dans la grande majorité des cas, on choisit l'amplitude des classes de telle sorte que le polygone de fluctuation, et par conséquent la courbe limite, rap-

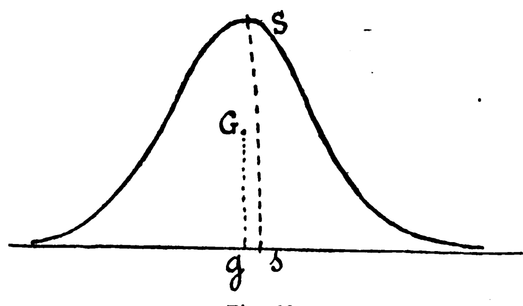


Fig. 29.

pelle l'aspect de la section d'une cloche renversée. La longueur *Ss* ou ordonnée du sommet *S* de la courbe, la longueur *Gg* ordonnée du centre de gravité *G* de la surface supposée homogène comprise entre la ligne des abscisses et la courbe, la distance *gs* des projections sur la ligne des abscisses du sommet *S* et du centre de gravité *G* sont des valeurs caractéristiques de l'intensité des fluctuations; elles permettent d'évaluer l'homogénéité et la régularité de la lignée en ce qui concerne le caractère étudié.

Je n'insisterai pas davantage sur la construction ni sur l'usage de ces figures pour l'étude des variations continues; mais il reste à justifier l'emploi des termes *fluctuations*, ou *variations fluctuantes*, adoptés par les biologistes modernes pour désigner les changements continus et gradués. A chaque génération, la valeur du caractère de chaque individu pris isolément est représentée par une longueur portée sur l'échelle des abscisses; l'expérience a montré que

les descendants de chacun de ces individus fournissent des courbes de Galton qui sont plus ou moins superposables à celle de la lignée initiale; la superposition est plus ou moins complète selon la précision avec laquelle les différences des individus sont évaluées. Les variations contiuues des descendants tendent donc à s'identifier avec celles de leurs ascendants.

Il en résulte aussi que la valeur d'un caractère continu et mesurable n'a qu'une importance momentanée, que cette valeur fluctue en réalité selon les circonstances ambiantes autour d'une valeur moyenne qui est le propre de la lignée étudiée, restant tantôt en deçà, tantôt au delà de cette valeur, sans que les qualités héréditaires de la lignée en soient le moins du monde altérées. On évalue le *caractère moyen* de la lignée par la position du centre de gravité de toutes les courbes tracées à la même échelle pendant plusieurs générations.

Les fluctuations d'une lignée pure sont des réponses à des actions extérieures plus ou moins fortes, plus ou moins actives, selon l'âge, la croissance et la vigueur des individus. Elles sont superposées aux qualités intrinsèques des lignées qu'elles cachent parfois, mais sans les altérer d'une manière durable.

On peut maintenant définir la sélection des fluctuations. Les enfants d'individus très vigoureux d'une lignée pure sont en général plus vigoureux que les enfants des individus faibles de la même lignée; il y a donc incontestablement, en plus de l'hérédité de la tendance générale de la lignée, transmission de la tendance particulière notée chez les parents immédiats.

Mais la transmission de la tendance particulière s'atténue à chaque génération; d'ordinaire, elle n'est plus guère sensible à la seconde et surtout à la

troisième génération, si l'on n'a pas soin de choisir chaque fois des parents déviés dans le même sens; On dit qu'il y a retour ou *régression* vers la moyenne. Galton, MM. de Vries, Pearson et d'autres ont cherché à calculer l'importance de ce retour; il semble qu'on puisse en beaucoup de cas l'évaluer aux trois cinquièmes de la déviation du caractère des ascendants par rapport au caractère moyen de la lignée.

Ainsi, dans le lot d'Orges étudié au paragraphe précédent, les chaumes compris entre 110 et 115 centimètres offrent une déviation de la moyenne (90-95 centimètres) exprimée par la différence des limites des classes, soit 20 centimètres. Si la régression fait perdre les trois cinquièmes de la déviation, soit $\frac{20 \times 3}{5} = 12$ centimètres, la moyenne des descendants sera comprise entre $(110 - 12 =)$ 98 et $(115 - 12 =)$ 103 centimètres; le centre de gravité G de la courbe fournie par la classe 110-115 tombera entre 95 et 105 centimètres. A la génération suivante le même lot, envisagé comme un tout, perdra encore une partie de sa déviation et en quelques années, l'identité avec la lignée du point de départ sera rétablie.

On appelle *sélection individuelle*, ou encore *sélection méthodique*, le choix des individus fortement déviés de la moyenne pour en faire les producteurs de la semence dite alors sélectionnée.

La Betterave à sucre fournit le plus bel exemple concret de l'influence de la sélection méthodique. Le raisonnement précédent nous apprend que pour obtenir une bonne récolte de tubercules dosant en moyenne 16 pour 100 de sucre, à partir d'une lignée à caractère moyen 13 pour 100 de sucre, il faut choisir comme producteurs de semences des tubercules dosant beaucoup plus que 16 pour 100, soit x pour 100 de sucre. En admettant que la régression soit évaluée à trois

cinquièmes, ce qu'on détermine par des épreuves particulières, on calcule la valeur x comme il suit :

Les parents doivent être choisis de telle façon qu'après avoir perdu les trois cinquièmes de l'avance ou gagné deux cinquièmes sur la moyenne héréditaire 13, les enfants donnent une moyenne de 16 pour 100 :

$$13 + \frac{2}{5}(x - 13) = 16 \text{ ou } x = 13 + \frac{5(16 - 13)}{2}.$$

donc : $x = 20^o 5.$

Les tubercules ayant cette teneur en sucre sont très rares dans la lignée à moyenne 13 pour 100 ; il faut examiner plusieurs dizaines de milliers de tubercules de l'élite pour en obtenir un seul. D'après M. de Vries, à Naarden, en Hollande, on maintient la teneur moyenne en sucre à 16 pour 100 en analysant chaque année plus de 30.000 tubercules pris déjà dans l'élite.

Mais ces sélections intensives sont fort rares. Dans la pratique ordinaire, on se contente d'un gain moins élevé, de un ou de deux degrés au plus sur le caractère moyen.

Le même raisonnement montre que pour gagner au moins un degré, il faudra prendre les tubercules dosant :

$$x_1 = 13 + \frac{5(14 - 13)}{2} = 15^o 5 \text{ et au delà};$$

que pour gagner au moins deux degrés, il faudra prendre les tubercules offrant :

$$x_2 = 13 + \frac{5(15 - 13)}{2} = 18^o \text{ et au delà}.$$

Il faut remarquer enfin que cette opération doit être répétée chaque année, qu'on doit avoir soin de conserver son matériel homogène et aussi régulier que possible, ce qui limite singulièrement les progrès réalisables par la sélection méthodique. Il arrive par-

fois que la sélection portant sur un petit nombre d'individus trop éloignés de la moyenne donne des résultats tout à fait contraires à ceux qu'on était en droit d'en espérer, car les individus extrêmes qui sont toujours rares résultent de circonstances très particulières qu'on ne sait pas maintenir, par exemple, de la coordination des facteurs de rapide croissance, humidité à la levée, bon éclairage, de dessiccation très lente et de maturation parfaite qui sont réalisées tout à fait par hasard pour quelques individus. La régression de la descendance de ces individus trop favorisés est presque toujours hors des limites ordinaires ; le recul est si grave qu'il fait perdre tous les progrès acquis. Les sélectionneurs avisés se défient de ces extrêmes ; ils se contentent d'un gain plus modeste mais plus assuré. Il faut avoir soin d'éviter les sélections qui reposent sur l'influence dominante de quelques facteurs et adopter celles qui résultent de l'action combinée de nombreux facteurs ; d'après la loi des grands nombres, les équilibres de facteurs nombreux sont les plus facilement réalisés dans les conditions normales de la grande culture.

En résumé, la sélection méthodique, reposant sur les propriétés de variations qui fluctuent autour d'une moyenne, est un procédé d'amélioration difficile à manier. Il s'applique à tous les caractères variables de toutes les formes, lignées pures, hybrides, variétés et espèces élémentaires ; il ne crée rien de nouveau, mais permet à l'agriculteur soigneux et avisé de tirer le meilleur parti possible des qualités que possèdent les groupes d'individus étudiés. La sélection méthodique n'est souvent que le choix des mieux nourris, auxquels il faut continuer à donner un traitement de faveur pour en tirer profit.

On voit nettement l'opposition qu'il y a entre les divers modes de sélection examinés dans ce chapitre.

Les premiers isolent des lignées à qualités définies, stables, ou à peu près stables s'il s'agit d'hybrides fixés. Les qualités sélectionnées doivent être héréditaires et l'agriculteur n'a guère d'action sur elles dès qu'il les a isolées ; les lignées pures restent ce qu'elles sont ; les lignées hybrides dégénèrent peu à peu. La sélection méthodique des fluctuations nécessite au contraire une intervention patiente et constante de l'homme pour maintenir à un haut degré de perfection une partie des descendants élevés avec sollicitude. Les premiers sont du domaine des établissements de semences ; la dernière doit être adoptée par les agriculteurs pour toutes leurs récoltes.

BIBLIOGRAPHIE

DARWIN. — *L'origine des espèces,* 1859. Traduction française, 1868.

QUETELET. — Nombreuses études statistiques publiées dans le *Bulletin* et *les Mémoires de l'Académie des Sciences de Bruxelles,* 1850-1880.

GALTON. — *Hereditary Genius,* 1869.

GALTON. — *Natural inheritance,* 1889.

PEARSON. — *The Grammar of Science,* 2e édit., London, 1900.

DE VRIES. — *Die Mutationstheorie,* vol. I, 1901. Leipzig.

DAVENPORT. — *Statistical methods.* New-York, 2e édit., 1904.

JOHANNSEN, W. — Elemente der exacten Erblichskeitlehre, 1909.

Études particulières.

JOHANNSEN, W. — *Erblichkeit in Populationen und in reinen Linien,* 1903.

C. FRÜWIRTH. — *Die Züchtung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen,* 4 vol., 2e édition, Berlin, 1910, et nombreux articles dans diverses revues allemandes.

COSTANTIN. — *Le transformisme appliqué à l'agriculture.* Paris, 1906.

W.-M. HAYS. — *Breeding animals and Plants*. Minneapolis, 1904.

L. BLARINGHEM. — *L'amélioration des Crus d'Orges*. Paris, 1910.

L. BLARINGHEM. — L'origine des espèces. Sélection et mutations, *Revue des Idées*, n° 25, 1905, 25 p.

L. BLARINGHEM. — De la variation chez les végétaux. *Journal Société nationale d'horticulture de France*, avril 1906, 22 p.

H. DE VRIES. — *Espèces et variétés, leur origine par mutation*. Paris, 1908.

CONCLUSION

La réalisation rapide de perfectionnements importants des plantes cultivées exige l'intervention active et coordonnée des divers groupements de collectionneurs et de sélectionneurs, d'horticulteurs, de jardiniers et d'agriculteurs, et aussi de botanistes, de biologistes et de savants.

Les grandes Sociétés, fortes et indépendantes, se prépareraient à rendre de nombreux services à leurs adhérents et aussi à l'humanité en propageant le goût des collections particulières, en honorant spécialement ceux qui consacrent leurs loisirs et souvent leur fortune à grouper, à classer, et surtout à faire connaître les plantes utiles et utilisables.

Le rôle des savants est plus modeste, mais sans doute plus compliqué, pour le moment du moins. Ils doivent élaborer des méthodes de travail coordonné fournissant des résultats bien classés et définitifs; ils doivent provoquer des discussions aboutissant à l'énoncé de règles pratiques qui constitueront la technique du perfectionnement des végétaux. J'en ai donné plusieurs exemples dans ce petit volume et, en insistant sur ce point, je crois préparer les esprits modernes à une évolution riche en promesses.

Les progrès provoqués en médecine par l'application du langage précis et des méthodes de recherches rigoureuses imposés aux médecins par Pasteur nous indiquent la voie à suivre; l'élevage des plantes et la conservation de la santé ont tant de points communs qu'il suffit souvent d'adapter les mots de la science

des microbes à celle de la culture pour trouver des méthodes de travail et de contrôle.

Mais je fais surtout appel à la bonne volonté des jardiniers, des agriculteurs et des industriels. Je leur demande de préciser leurs désirs, de fournir un énoncé clair et compréhensible des qualités dont l'acquisition ou l'association constituerait à leurs yeux un véritable progrès. Il est particulièrement difficile de se rendre compte a priori de l'importance relative des qualités des végétaux, surtout lorsque les conditions mêmes du travail ne permettent pas une collaboration intime des sélectionneurs et de ceux qui utilisent les plantes pour leur commerce ou leur industrie. On accuse volontiers les hommes de laboratoire et les savants de rester indifférents aux applications pratiques de leurs découvertes ; la faute en est peut-être aux industriels et aux commercants qui ne font pas l'éducation de ceux qui pourraient et désirent les aider.

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE III

Les lignées pures et pédrigrées

[illegible]

Les [illegible]

CHAPITRE V

Les croisements de variétés.

CHAPITRE VI

Les hybridmutations et les mutations.

E. GREVIN — IMPRIMERIE DE LAGNY

1631. — Paris. — Imp. Hemmerlé et Cie. — 11-13.